

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



1-SON 1(5)
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, №1
Vol.1, Iss.1, 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

Zaynidinov Hakimjon Nasritdinovich,

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

Bo'taboyev Muhammadjon To'ychiyevich,

Farg'ona politexnika instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

Abdullayev Abduljabbor,

Andijon mashinosozlik instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

Qo'ldashev Abbosjon 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

Saliyev Nabijon,

O'zbekiston jismoniy tarbiya va sport universiteti Farg'ona filiali dotsenti

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

Umarov Shuxratjon Azizjonovich, Abduqodirov Abdulhay, AXBOROT XAVFSIZLIGI TIZIMLARINI INTELLEKTUALLASHTIRISH MASALALARI	4-10
Ахунджанов Умиджон Юнус угли, ЛОКАЛЬНАЯ КРИВИЗНА КАК СТРУКТУРНЫЙ ПРИЗНАК ВЕРИФИКАЦИИ СТАТИЧЕСКОЙ ПОДПИСИ	11-16
Liu Lingyun, Linear cryptanalysis of the SM4 block cipher algorithm	17-22
Shaxzoda Amanboyevna Anarova, Jamoliddin Sindorovich Jabbarov, Doston Naim o'g'li Muxtorov, FRAKTAL XUSUSIYATLI ORGANLARNING O'LCHOVLARINI ANIQLASH SXEMASINI ISHLAB CHIQUISH	23-28
E.M.Urinov, M.A.Umarov, O'zbek ishora tili harflarini tanib olish algoritmi	29-33
Kengboev Sirojiddin Abray ugli, MATHEMATICAL MODEL OF CALCULATION OF THE TEMPERATURE IN THE CONTACT ZONE OF INTERACTION BETWEEN THE SHUTTLE SOCKET AND THE BOBBIN OF SEWING MACHINES	34-38
Anarova Sh.A., Saidkulov E.A., Haqberdiyev S.N, ZARAFSHON DARYO TARMOG'INI GEOMETIRIK MODELLASHTIRISH	39-43
Xamrakulov Umidjon Sharabidinovich, Ashuraliyev Alisherjon Abdumalikovich, REAL VAQT REJIMIDA NOQAT'IY MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASHNING ANALITIK MODELLARINI ISHLAB CHIQUISH	44-56
Sharibayev Nosirjon Yusubjanovich, Kayumov Ahror Muminjonovich, TRIKOTAJ TO'QIMALARINING SHAKL SAQLASH XUSUSIYATLARINI RAQAMLI BAHOLASH USULLARI	57-61
Xasanova Maxinur Yuldashbayevna, Yo'ldosheva Dilfuza Shokir qizi, Burxonova Malohat Mamirovna, BAHOLASH NAZARIYASI USULI ASOSIDA AVTOMATIK TIZIMLARNI DIAGNOSTIKALASH ALGORITMLARI	62-68
Улжаев Эркин, Убайдуллаев Уткиржон, Абдулхамидов Азизжон, Нейронные технологии распознавания и классификация степени раскрытия хлопковых коробочек	69-79
Узаков Б.М., Хошимов Б. М, ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ ВИРТУАЛЬНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ	80-84
Rahmatullayev Ilhom Rahmatullayevich, Umurzakov Oybek, SHA oilasiga mansub xesh funksiyalar tahlili	85-92
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Samatova Zarnigor Nematovna, BULUTLI TEXNOLOGIYALARDA KIBERXAVFSIZLIK TAMINLASHDA CASB YECHIMLARI	93-98
Эргашев Отабек Мирзапулатович, ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ИХ РОЛЬ В ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ	99-105
Ёркулов Руслан Махаммади угли, СОСТАВ И СТРУКТУРА МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЫ Si /Al(111) И Si/Cu(111)	106-109
Muxtarov Farrux Muhammadovich, KIBERHUQUQ VA KIBERETIKA MADANIYATINING SHAKILLANTIRISHDA "KIBERXAVFSIZLIK ASOSLARI" FANINI O'QITISHNING DOLZARBLIGI	110-115
Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li, Kurbanov Abduraxmon Alishboyevich, Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li, YUZ IFODASINI ANIQLASH MODELLARINI OPTIMALLASHTIRISH: GRADIENTNI OSHIRISH VA UNING GIPERPARAMETRLARNI SOZLASH VA MUNTAZAMLASHTIRISH (REGULARIZATSIYA)DAGI AHAMIYATI	116-122
Polvonov Baxtiyor Zaylobidinovich, Xudoyberdieva Muhayyohon Zoirjon qizi, Abdubannobov Muydinjon Iqboljon o'g'li, G'ulomqodirov Xumoyun O'tkirjon o'g'li, Zaylobiddinov Bekhzod Bakhtiyarjon o'g'li, Ergasheva Gulruxsor Qobiljon qizi, DEVELOPMENT OF PRACTICAL COMPETENCES OF STUDENTS IN NANOTECHNOLOGY AND SEMICONDUCTOR PHYSICS IN HIGHER EDUCATION	123-128
Xudoyqulov Zarifjon Turakulovich, Rahmatullayev Ilhom Rahmatullayevich, Mavjud oqimli shifrlash algoritmlarining qiyosiy tahlili	129-134
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Akhmadjonov Ikhtiyorjon Rovshanjonovich, Ergashev Otabek Mirzapulatovich, THE METHODS OF AUTOMATIC LICENSE PLATE RECOGNITION	135-141
Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li, Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li, Turakulova Shaxnoza Abdurshidovna, Ermatova Zarina Qaxramonovna, Tibbiy tasvirlar ichida alohida qiziqish hududlarini (Region of interest-ROI) avtomatik aniqlash va izolyatsiya qilish	142-146
Rasulov Akbarali Makhamatovich, Ibrokhimov Nodirbek Ikromjonovich, Minamatov Yusupali Esonali ugli, Mukhtarov Farrukh Muhammadovich, BIMETALLIC CLUSTERS AND AREAS OF THEIR APPLICATION	147-150
Uzakov Barxayotjon Muxammadiyevich, Xoshimov Baxodirjon Muminjonovich, O'ZBEKISTON NEFT-GAZ KORXONALARIDA INVESTISIYA LOYIHALARINI MOLİYALASHTIRISH BO'YICHA XORIJ TAJRIBASINI O'RGANISH	151-156
Xalilov Durbek Aminovich, Abduqodirova Mohizoda Ilhomidin qizi, MASOFAVIY TA'LIM TIZIMINI TASHKIL ETISHNING TEXNIK USULLARI	157-160

MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS

Аллярова Гулмира Холмуратовна, Буронов Нурлибек Рустам угли, Зарипов Шухрат Собиржон угли, Исследование ионно-электронной эмиссии пленок Cs на гранях (110) и (111) монокристаллов молибдена	161-165
Jo'rayev Mansurbek Mirkomilovich, Simsiz sensor tarmoq asosida nozik sug'orish tizimlarini modeli va innovatsion loyihalar	166-172
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Akhmadjonov Ikhtiyorjon Rovshanjonovich, Ergashev Otabek Mirzapulatovich, METHODOLOGY FOR BUILDING LICENSE PLATE RECOGNITION SYSTEMS	173-179
Abduhafizov Tohirjon Ubaydulla o'g'li, Abdurasulova Dilnoza Botirali qizi, IQTISODIY JINOYATLAR VA ULARNING OLDINI OLISH UCHUN DASTURIY MAHSULOTLAR ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH	180-185
Djurayev Sherzod Sobirjonovich, Ermatova Zarina Qaxramonovna, Linter qurilmasini ishchi qismlarini masofadan boshqarish va nazorat qilish orqali uning samaradorligini oshirish	186-190
Xusanova Moxira Qurbonaliyevna, Sotvoldiyeva Dildora Botirjon qizi, SIGNALLARNI STATISTIK QAYTA ISHLASH	191-195
Xalilov Durbek Aminovich, Qurbonova Gulruxsor Murodjon qizi, Axborotlashgan ta'lim muhitida talabalar mustaqil ishini tadqiqoti va metodikasini takomillashtirish	196-200

AXBOROT XAVFSIZLIGI TIZIMLARINI INTELLEKTUALLASHTIRISH MASALALARI

Umarov Shuxratjon Azizjonovich,

fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD),
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali "Axborot
xavfsizligi" kafedrasida dotsent
E-mail: sh.umarov81@mail.ru

Abduqodirov Abdulhay,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada axborot xavfsizligi tizimini intellektuallashtirish tushunchasi, intellektuallashtirishning funksional vazifalari, intellektual tizim xususiyatlari va strukturasi, intellektual tizim boshqaruv komponentlari va umumiy strukturasi keltirilgan. Axborot xavfsizligini intellektuallashtirish hozirgi vaqtda axborot xavfsizligini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlaridan biri ekanligi bayon qilingan. Shuningdek, istiqbolli intellektual axborotni himoya qilishning avtomatlashtirilgan tizim arxitekturasi taklif qilingan.

Kalit so'zlar: axborot xavfsizligi, intellektual tizim, sun'iy intellekt, tahdid, moslashuvchanlik, o'rganish va o'z-o'zini o'qitish, mantiqiy datchik, himoya strategiyasi .

KIRISH. Axborot xavfsizligi tizimini intellektuallashtirish deganda, noma'lum sharoitida uning yuqori darajadagi avtonomligi, moslashuvchanligi va ishonchliligini ta'minlash uchun intellektual imkoniyatlarini oshirish tushuniladi. Bu foydalanuvchilar va tizim ma'murlariga ob'ektda sodir bo'lgan voqealarni kompyuterga o'tkazish, ob'ektiv baholashga yordam berish uchun ma'lumotlarni to'plash, qayta ishlash va to'g'ri qarorlar qabul qilishi uchun maksimal mumkin bo'lgan funksiyalarni o'z ichiga oladi. Bunday holda, sun'iy intellektning usullari va texnologiyalaridan noma'lumlikka qarshi kurash vositasi sifatida foydalaniladi [1].

Axborot xavfsizligini intellektuallashtirish tahdidlarni aniqlash va ularga javob berish jarayonini avtomatlashtirish imkonini beradi, bu esa javob berish vaqtini sezilarli darajada qisqartiradi va himoya samaradorligini oshiradi. Mashinali o'qitish va sun'iy intellekt algoritmlaridan foydalanish yangi tahdidlarga tezda javob beradigan va shaxsiy ma'lumotlarning ishonchli himoyasini ta'minlaydigan yanada samarali va moslashuvchan himoya tizimlarini yaratishga yordam beradi [2-3]. Bundan tashqari, axborot xavfsizligini intellektuallashtirish himoya tizimining

noto'g'ri signallari sonini kamaytirishga yordam beradi, bu esa mumkin bo'lgan tahdidlar haqida signallarni qayta ishlash bilan shug'ullanadigan xodimlarni ishini yengillashtiradi. Shunday qilib, axborot xavfsizligini intellektuallashtirish nafaqat shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish samaradorligini oshiradi, balki ularni qayta ishlash va saqlash jarayonini ham soddalashtiradi. Umuman, axborot xavfsizligini intellektuallashtirish hozirgi vaqtda axborot xavfsizligini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi [4].

MATERIALLAR VA USULLAR. "Sun'iy intellekt" atamasi 1956 yilda amerikalik olim Jon Makkarti tomonidan kiritilgan. Sun'iy intellekt ilmiy soha sifatida yarim asrdan ko'proq tarixga ega. So'nggi yillarda sun'iy intellektning aniq ta'rifi, uning imkoniyatlari va istiqbollari bo'yicha bir qator munozaralar bo'lmoqda. Sun'iy intellekt sohasidagi mashhur mutaxassis Jorj F.Lyuger «Sun'iy intellekt. Murakkab muammolarni hal qilish strategiyalari va usullari» kitobida: «Sun'iy intellektni aniqlash muammosi aqlni aniqlash muammosiga to'g'ri keladi: bu turli xil qobiliyatlar to'plamini birlashtirilganimi?



Intellekt qay o'lamda yaratilishi mumkin va u qanchalik oldindan ma'lum? Intellektni kuzatish mumkin bo'lgan xatti-harakatlarga qarab bilish mumkinmi yoki qandaydir yashirin mexanizm mavjudmi? Intellekt tirik mavjudotlarda qanday namoyon bo'ladi va buni intellektual qurilmalarni loyihalashda qanday qo'llash mumkin? Bundan tashqari, inson qiyofasida intellekt kompyuter dasturini yaratish kerakmi yoki qat'iy "muhandislik" yondashuv yetarlimi?» Sun'iy intellektning o'ziga xos xususiyati shundaki, u aynan shu muammolarni o'rganadi, nazariyalar uchun vosita va model taqdim etadi va bu nazariyalar dasturlash tillarida qayta shakllantiriladi [5].

Shuningdek, A.A.Yevdokimov, E.Ye.Tixonovlarning «Intellektual axborot tizimlarida axborot himoyasi» monografiyasida korporativ axborot va kompyuter tarmoqlarida axborot hujumlariga intellektual qarshi turish masalalariga bag'ishlangan bo'lib, unda M-tarmoqlarini o'rganish apparati, genetik optimallashtirish algoritmlari va "sun'iy texnologiyalar" tushunchasidan foydalanish taklif etilgan [6]. S.I.Makarenkoning «Intellektual axborot tizimlari» o'quv qo'llanmasida neyron tarmoqlarning intellektual mexanizmlar va mantiqdan foydalangan holda biotizim asosida amalga oshirilgan adaptiv axborot xavfsizligi tizimining modelini yaratishning umumiy konsepsiyasi muhokama qilingan [7]. V.I.Vasilevning «Intellektual axborot tizimlarida axborot himoyasi» o'quv qo'llanmasida axborot xavfsizligiga tahdidlarni kompleks baholash modellarini yaratish, axborot xavflarini tahlil qilish, hujumlarni aniqlash tizimlari va sun'iy intellekt usullaridan foydalangan holda axborot xavfsizligini boshqarish uchun qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash tizimlarini qurish bilan bog'liq konstruktiv yondashuvlar ko'rib chiqilgan [8].

Maxsus dasturiy ta'minot va apparat ta'sirining yangi usullari va vositalarini doimiy ravishda ishlab chiqish hamda ularni muvaffaqiyatli amalga oshirish sonining doimiy o'sishi avtomatlashtirilgan tizimda xavfsizlikni ta'minlashda tubdan yangi yondashuvlarni talab qiladi.

Bu avtomatlashtirilgan tizimda axborotning intellektual xavfsizligi nazariyasini yaratishning dolzarbligini belgilaydi. Nazariyani yaratish doirasida yangi nazariy modellar va mahalliy axborot xavfsizligi tizimlarining yangi avlodini yaratish usullarini tadqiq qilish va ishlab chiqishga qaratilgan bir qator funksional ilmiy muammolarni kompleks hal qilish kerak [9]:

- axborot xavfsizligiga tahdidlarning aksiomatik modelini ishlab chiqish;
- avtomatlashtirilgan tizimda maxsus dasturiy ta'minot va apparat ta'siri identifikatsiyasining matematik nazariyasini yaratish;
- avtomatlashtirilgan tizimdagi axborot jarayonlariga mos keladigan kirishni boshqarish tizimlarining yangi matematik modellarini yaratish;
- axborotni muhofaza qilish va avtomatlashtirilgan tizimlarning moslashuv tizimlarini qurish metodologiyasini yaratish;
- avtomatlashtirilgan tizimda axborot xavfsizligini ta'minlashda qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash tizimini yaratish metodologiyasini yaratish;
- avtomatlashtirilgan tizim axborot xavfsizligini baholashning metrologik mezonlarining yopiq tizimini ishlab chiqish;
- axborot risklarining umumiy nazariyasini yaratish;
- axborotni himoya qilish avtomatlashtirilgan tizimlarining o'z xavfsizligini ta'minlash metodologiyasini yaratish.

Ushbu fundamental ilmiy muammolarni hal qilish axborot xavfsizligining yangi intellektual tizimlarini yaratishga imkon beradi, ularning asosiy ustunligi parametrik xususiyatga ega bo'lgan maxsus dasturiy ta'minot va apparat ta'sirini oldini olish, aniqlash va zararsizlantirish, usullar va vositalardan foydalanish qobiliyatidir.

"Intellektual tizim" umumiy holda quyidagi xususiyatlarga ega deb hisoblanadi [10]:

- moslashuvchanlik;
- o'rganish va o'z-o'zini o'qitish qobiliyati;



- "to'g'ri amal" bajarishga yo'nalganlik;
- maqsadga yo'naltirilganlik;
- ta'lim jarayoni va funksiyalarida bilimlardan foydalanish.

«Moslashuvchanlik» tizimning o'zgaruvchan atrof-muhit sharoitlariga moslashish qobiliyatini anglatadi. Bu xususiyat intellektual tizimlarga turli vaziyatlarda, shu jumladan noaniqlik va to'liq bo'lmagan ma'lumotlar sharoitida muammolarni hal qilish imkonini beradi.

«O'rganish va o'z-o'zini o'qitish» xususiyati intellektual tizimlarga bilim va tajriba to'plash imkonini beradi, bu esa natijada samaradorlikni ortishiga olib keladi. O'rganish atrof-muhit bilan o'zaro ta'sir qilish yoki tizimga o'quv ma'lumotlarini taqdim etish orqali amalga oshirilishi mumkin.

"To'g'ri amal" intellektual tizim istalgan natijaga olib keladigan qarorlar qabul qila olishi kerakligini anglatadi.

«Maqsadga yo'naltirilganlik» intellektual tizimning ishlashi uchun aniq belgilangan maqsadga ega bo'lishi kerakligini anglatadi. Bu xususiyat tizimga o'z resurslaridan samarali foydalanish va maqsadlariga erishish imkonini beradi. O'rganish va ishlash jarayonida bilimlardan foydalanish intellektual tizim bilimlarni saqlash va qayta ishlash qobiliyatiga ega bo'lishi kerakligini anglatadi. Bu xususiyat tizimga oddiy algoritmlar yordamida yechilmaydigan masalalarni hal qilish imkonini beradi.

Sanab o'tilgan xususiyatlar intellektual tizimlarning muhim xususiyatlari bo'lib, ularning mavjudligi ushbu tizimlarga an'anaviy kompyuter dasturlari hal qila olmaydigan muammolarni hal qilish imkonini beradi.

NATIJALAR. "Intellektual mashina" ko'rinishidagi intellektual tizim mavjud bo'lsin (1-rasm). U ma'lum qoidalardan foydalangan holda kiruvchi ma'lumotlarni tahlil qilishi va qayta ishlashi bilan muammoni hal qilishi hamda natijasini shakllantirish imkoniyatiga ega.

«Mantiqiy datchik» va «Mantiqiy aktuator»lar tashqi muhit bilan interfeys rolini o'ynaydi. «Tushunish» blokida ob'ektning hozirgi holati

«Maqsad» bilan taqqoslanadi, shundan so'ng «Rejalashtirish» amalga oshiriladi, ya'ni berilganlar doirasida tafovutni kamaytirish uchun muayyan «Harakat»larni amalga oshirish to'g'risida qaror qabul qilinadi. «Ogohlik/motivatsiya» bloki «Tushunish» va «Rejalashtirish»ni kuzatish funksiyasini bajaradi. Mashina «Mantiqiy datchik»lar yordamida olingan ma'lumotlarni tushuna olmasa, «Ogohlik/motivatsiya» «Bilim»larni moslashtirishi, o'zgartirishi va olingan ma'lumotlarni tushunish uchun qulayroq ko'rinishga keltirishi mumkin. Shunday qilib, intellektual mashinaning ikkita asosiy ish rejimini ajratib ko'rsatish mumkin - vazifalarni hal qilish rejimi va o'rganish/o'z-o'zini o'qitish rejimi.

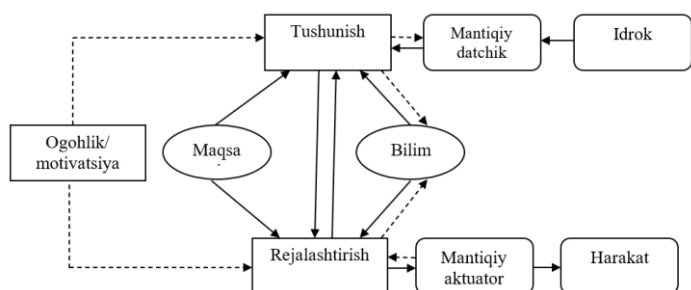
O'rganish deganda ob'ekt/atrof-muhit bilan o'zaro ta'sir qilish natijalari to'g'risida avvaldagi olingan eksperimental ma'lumotlarga asoslanib, tizimning kelajakdagi xatti-harakatlarini yaxshilash qobiliyati tushuniladi. O'z-o'zini o'qitish - bu tashqi moslashuvsiz o'rganish, ya'ni "o'qituvchi" ning ko'rsatmalarisiz bilim olish tushuniladi. Umumlashgan holda amaliyotda ushbu ta'rif keng qo'llaniladi: intellektual tizim bu - jarayonlar, buzilishlarni bilish, ularning ishlashini tushunish, xulosalar chiqarish va o'rganishga qodir bo'lgan tizimdir. Bu tizim o'zining bilimini oshirib boradi va tajribasini to'playdi, undan sifat xususiyatlarini yaxshilash uchun foydalanadi.

Intellektual tizimning zaruriy xususiyati - tizimga yuklangan vazifani aniqlashtirish va uni hal qilishning samarali usulini tanlash imkonini beradigan ma'lumotlar, modellar va usullarni o'z ichiga olgan bilimlar bazasining mavjudligidir. Shuning uchun intellektual tizimlar bilimga asoslangan tizimlar (inglizcha *Knowledge-Based Systems*) deb ham ataladi. Tizimning aql-idrok xususiyatini ta'minlash uchun quyidagi tamoyillarga rioya qilish kerak:

1) Real tashqi dunyo bilan axborot aloqasining mavjudligi va maxsus axborot aloqa kanallaridan foydalanish: bu tamoyil intellektual tizim real dunyodan ma'lumot olishi va undan qaror qabul qilish uchun foydalanishi kerakligini anglatadi. Bunga tizimning atrof-muhitni his qilishiga imkon beruvchi turli xil sensorlar, sensorlar va boshqa qurilmalar yordamida erishish mumkin.



2) Aql-idrokni oshirish va o'z xatti-harakatlarini yaxshilash uchun tizimning fundamental ochiqligi: bu tamoyil intellektual tizim o'rganish va o'z-o'zini o'qitish qobiliyatiga ega bo'lishi kerakligini anglatadi. Bunga mashinali o'qitish, neyron tarmoqlar va boshqalar kabi turli xil o'rganish usullaridan foydalanish orqali erishish mumkin.



1-rasm. Intellektual mashina strukturasi

ehtimollar nazariyasi va boshqalarni qo'llash orqali erishish mumkin.

4) Ko'p darajali ierarxik tuzilmaning mavjudligi: ierarxiya darajasini oshirish uchun razvedkani oshirish va modellarning aniqligiga talablarni boshqarish: bu tamoyil intellektual tizimni har bir daraja o'ziga xos funksiyalarni bajaradigan ierarxik tuzilishga ega bo'lishi kerakligini anglatadi. Ierarxiyaning yuqori darajalarida qarorlar qabul qilish uchun va quyi bo'g'inlarda esa ma'lumotlarni qayta ishlash hamda harakatlarni bajarish uchun mas'ul bo'lgan funksiyalar mavjud bo'lishi kerak.

5) Tizimdagi tashqi ierarxiya darajalarining ulanishlar uzilishi yoki boshqaruv ta'sirining yo'qolishi holatlarida ishlashning davom etishi: Bu tamoyilga turli xil zaxira va tiklash usullarini qo'llash orqali erishish mumkin.

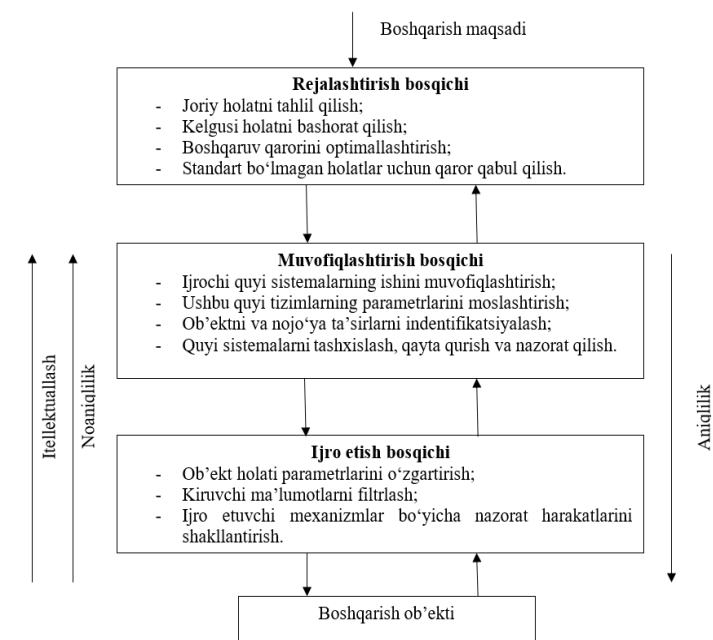
Ushbu beshta tamoyilga muvofiq tashkil etilgan va ishlaydigan tizimlar "katta" intellektual tizimlar deb ataladi. Yuqoridagi talablar uchta darajali boshqaruv tizimida foydalaniladi:

- ijro etish bosqichi;
- muvofiqlashtirish (taktik) bosqichi;
- rejalashtirish (strategik) bosqichi.

Intellektual tizimning ushbu darajalarda amalga oshiriladigan asosiy funksiyalari 2-rasmda ko'rsatilgan.

Tizim quyidagi modullarni o'z ichiga oladi (3-rasm):

- "Dialog aloqasi" interaktiv rejimda topshiriqni kiritish va qayta ishlashni, shuningdek, topshiriqni tushunganligi to'g'risidagi tasdiqni yoki tushuntirish so'rovlarini ta'minlaydi;
- "Maqsadni shakllantirish" - mavjud tizim resurslari va holatni hisobga olgan holda topshiriqni bajarish imkoniyati tahlilini ta'minlaydi, agar vazifani bajarishning iloji yo'qligi to'g'risida qaror qabul qilingan bo'lsa, rad etiladi va topshiriqni tuzatish taklifi beriladi;
- "Bilimlar bazasi" - tanlangan usul va o'rganilayotgan ob'ekt, uning muhiti va topshirilgan vazifani bajarish uchun zarur bo'lgan qoidalarni o'z ichiga oladi;



2-rasm. Intellektual tizimning boshqaruvining funksional sxemasi.

3) Tashqi dunyodagi o'zgarishlarni va tizimning dinamik o'zgaruvchan tashqi dunyoda o'z xatti-harakatlarini va dinamik o'zgaruvchan tashqi dunyoda tizimning o'z xatti-harakatlarini prognoz qilish mexanizmlarining mavjudligi: bu tamoyil orqali intellektual tizim atrof-muhitdagi o'zgarishlarni bilishi va bu o'zgarishlardagi o'z xatti-harakatlarini boshqarishi kerakligini anglatadi. Bunga turli prognozlash usullari, masalan, sun'iy intellekt usullari,



taalluqlidir. Shu bilan birga, axborot xavfsizligining intellektual tizimlarini yaratish yo'lida ushbu fan sohasiga xos bo'lgan ko'plab hal etilmagan muammolar mavjud, hatto INFOSEC tomonidan rasmiy ravishda tasdiqlangan axborot xavfsizligi sohasidagi "qiyin muammolar" ro'yxati mavjud.

"... an'anaviy axborot xavfsizligi tizimlarining asosiy kamchiliklari arxitekturaning o'rnatilgan qat'iy tamoyillari bilan belgilanishi va zamonaviy axborot qurollariga qarshi turishning amaliy qobiliyatsizligidan iborat" [11]. Zamonaviy axborot xavfsizligi tizimlarida asosan mudofaa yoki hujumkor mudofaa strategiyalari qo'llaniladi, ular faqat avtomatlashtirilgan tizimning axborot resurslariga zarar yetkazish uchun dushman tomonidan amalga oshiriladigan maxsus dasturiy ta'minot va apparat ta'sirining barcha ma'lum va eng xavfli potensial usullarini blokirovka qilish uchun mo'ljallangan. Ushbu strategiyalar dastlab xavfni yo'qotishga harakat qiladi, chunki ular barcha mumkin bo'lgan usullariga muvaffaqiyatli qarshi turishga imkon bermaydi. Shuning uchun ushbu muammoni hal qilish uchun faqat faol himoya strategiyasidan foydalanish kerak. Avtomatlashtirilgan tizimning axborotni himoya qilish tizimi, bu dushmanning axborot qurolidan foydalanishi natijasida yuzaga keladigan har qanday o'zgarishlarga to'liq moslashish qobiliyatiga asoslangan bo'lishi kerak [12].

XULOSA

Axborot xavfsizligining istiqbolli intellektual tizimi quyidagi asosiy talablarga javob berishi kerak:

- noma'lum maxsus dastur va texnik ta'sirlarni aniqlash;
- maxsus dastur va texnik ta'sirlarga qarshi kurashish bo'yicha qarorlar qabul qilishni avtomatlashtirish;
- ish sharoitlari o'zgarganda maxsus dasturiy va texnik ta'sirlardan avtomatlashtirilgan tizimning xavfsizlik darajasidagi o'zgarishlarni avtomatik ravishda baholash;
- tizim resurslarini qayta taqsimlash, axborotni muhofaza qilish, avtomatlashtirilgan tizimlar bo'yicha qarorlar qabul qilish;
- bu haqdagi ma'lumotlarni to'plash va undan foydalanish asosida ish muhiti sharoitlarining

o'zgarishiga qarab uning xossalari va parametrlarini avtomatik ravishda o'zgartirish;

- avtomatlashtirilgan tizimning haqiqiy xususiyatlari va parametrlari to'g'risida hujum qiluvchi tomonga noto'g'ri ma'lumot berish;
- avtomatlashtirish uskunalari va tizimlar majmuasiga maqsadli bo'lmagan yukni kamaytirish;
- hujum qiluvchi tomonning resurslariga avtomatik ta'sir qilish (vaqt, hisoblash va aloqa resurslari).

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda, istiqbolli intellektual axborotni himoya qilishning avtomatlashtirilgan tizim arxitekturasi quyidagi funksional komponentlarni o'z ichiga olishi kerak:

- maxsus dasturiy ta'minot va apparat ta'sirini aniqlash uchun quyi tizim;
- ma'lumotlarni to'plash quyi tizimi;
- xavfsizlikni tahlil qilish quyi tizimi;
- axborotni himoya qilish tizimi moslashuv quyi tizimi;
- maxsus dasturiy ta'minot va apparat ta'siriga faol qarshi kurashish quyi tizimi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Крылов А.А., Кузнецов А.В. (2018). Анализ методов и алгоритмов защиты информации интеллектуальных систем. М. 4(12). 248.
2. Бородакий, Ю. В. (2005). Интеллектуальные системы обеспечения информационной безопасности. *Известия Южного федерального университета. Технические науки*, 48(4), 65-69.
3. Мухториддинов, М., Акбаров, Н., & Умаров, Ш. (2023, October). MACHINE LEARNING FOR NETWORK SECURITY AND ANOMALY DETECTION. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
4. Ганиев, С. К., Каримов, М. М., & Ташев, К. А. (2017). Ахборот хавфсизлиги. Тошкент. Дарслик.
5. Люгер, Д. Ф. (2003). *Искусственный интеллект: стратегии и методы решения*



сложных проблем, 4-е издание. Издательский дом
Вильямс.

6. Евдокимов, А. А., & Тихонов, Э. Е.
(2012). *Интеллектуальные информационные
системы защиты информации: Монография.*
Scientific magazine" Kontser.

7. Umarov, S. (2023).
КРИПТОБАРДОШЛИ КРИПТОГРАФИК
ТИЗИМЛАР ВА УЛАРНИНГ
КЛАССИФИКАЦИЯСИ. Потомки Аль-Фаргани,
(4), 15-21.

8. Васильев, В. И. (2013).
Интеллектуальные системы защиты информации.

9. Акбаров Д. Е., Умаров Ш. А.
Алгоритм электронной цифровой подписи на
основе композиции вычислительных сложностей:
дискретного логарифмирования, разложения на
простые множители и сложения точек
эллиптической кривой //Автоматика и
программная инженерия. – 2020. – №. 2 (32). – С.
29-33.

10. Потапов, А. С. (2010).
ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА Учебное пособие. СПб: СПбГУ
ИТМО, 218.

11. Умаров, Ш. (2023, November).
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА В ОБУЧЕНИИ
КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ: АВТОМАТИЗАЦИЯ И
АНАЛИЗ УГРОЗ. In Conference on Digital
Innovation:" Modern Problems and Solutions".

12. Turdimatov, M. (2023). KVANT
KRIPTOGRAFIYASINING ZAMONAVIY
ISTIQBOLLARI. Journal of technical research and
development, 1(2), 428-436.



ЛОКАЛЬНАЯ КРИВИЗНА КАК СТРУКТУРНЫЙ ПРИЗНАК ВЕРИФИКАЦИИ СТАТИЧЕСКОЙ ПОДПИСИ

Ахунджанов Умиджон Юнус угли,
Канд. техн. наук, зав. кафедрой Ферганского
филиала ТУИТ имени Мухаммада ал-Хоразмий
e-mail: axundjanov_90@mail.ru

Аннотация: В исследовании предложен новый метод описания цифрового изображения рукописной подписи, основанный на анализе частотного распределения значений локальной кривизны контуров. Описано вычисление этого признака на бинарном изображении подписи, где формируется нормализованная гистограмма значений локальной кривизны для 40 интервалов. Частотные значения представлены в виде 40-мерного вектора, который назван кодом локальной кривизны подписи. Эксперименты были проведены на цифровых изображениях исходных и поддельных подписей из общедоступной базы CEDAR. Результаты показали, что точность автоматической верификации подписей на базе данных CEDAR составила 99,77.

Ключевые слова: кривизна, рукописная подпись, корреляция, гистограмма.

Введение. Кривизна широко используется для классификации образов, в частности, в категориях [1-5]. В качестве примера можно привести сопоставление контуров, сегментацию контуров, регистрацию изображений, распознавание предметов, обнаружение признаков и т.д. Кривизна определяется функцией производных более высокого порядка от заданной кривой. Существует несколько подходов к извлечению кривизны из изображений, таких как производная от касательного угла и тензор кривизны [6-11].

Исследования публикаций оценивают кривизну на основе дискретных значений точек кривой. Флинн и Джейн [12] провели исследование, в котором сравнили пять методов оценки кривизны и пришли к выводу, что они чрезвычайно чувствительны к шуму и требуют многократного сглаживания для стабильных результатов. Уорринг и Смолдерс [10] исследовали пять различных методов измерения кривизны цифровых кривых и пришли к выводу, что ни один из них не является универсальным.

Метод. Касательная окружность кривой в точке (x, y) характеризуется кривизной этой точки, которая равна $1/R$, где R - радиус окружности, касающейся кривой в этой точке. Известно, что центр и радиус такой окружности можно определить, зная координаты трех точек, лежащих на ней. Уравнение окружности, проходящей через точки (x_i, y_i) , задается формулой:

$$\begin{aligned}(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2 &= R^2, \\ x_i^2 - 2x_i x_c + x_c^2 + y_i^2 - 2y_i y_c + y_c^2 - R^2 &= 0, \\ (x_i^2 + y_c^2) - 2(x_i x_c + y_i y_c) + x_c^2 + y_c^2 - R^2 &= 0, \\ (x_i^2 + y_i^2) + p_1 x_i + p_2 y_i + p_3 &= 0. \quad (1)\end{aligned}$$

Существует линейное уравнение, которое имеет три неизвестных P_i . Так как целочисленные координаты кривых (x_i, y_i) , представленных на растре, описывают точки на окружности с небольшой погрешностью, вычисление параметров окружности (x_c, y_c, R) возможно только с погрешностью.

На рисунке 1 показаны три последовательных 8-связных пикселя контура,



которые имеют всего лишь три комбинации. Поворот любого из них на 90° не влияет на кривизну и радиус касательной окружности, а также не приводит к изменению значения кривизны.



Рисунок 1. Возможные комбинации расположения пикселей, которые могут создавать различные значения кривизны.

На рисунке 1 показано, что в пикселе, где окружность касается кривой (выделено темным цветом), вычисляется кривизна. Однако ограниченное количество вариантов касающихся окружностей ограничивает использование кривизны как признака и не передает истинную локальную кривизну линий на растре. Добавление по одному связному пикселю с каждого конца увеличивает количество вариантов, как показано на рисунке 2. Выбрав пять последовательных 8-связных пикселей контура, можно получить 30 различных значений локальной кривизны. Важно отметить, что повороты конфигурации пикселей на 90° на рисунке 2 не изменяют значения кривизны кривой.

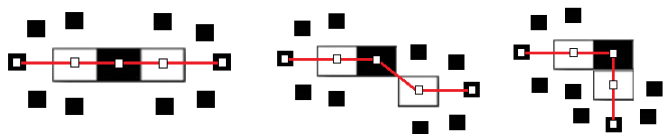


Рисунок 2. Варианты размещения пяти соседних пикселей контура, который проходит через темный пиксел.

Для оценки кривизны окружности, касающейся темных пикселей на рисунке 2, необходимо точно вычислить параметры касательной окружности.

Выбирая пять последовательных 8-связных точек контура, возможны 30 различных значений локальной кривизны. Повороты конфигураций пикселей на 45° не влияют на значения кривизны. Минимальное значение кривизны равно 0, что соответствует случаю, когда пиксели лежат на

одной прямой. Максимальное значение локальной кривизны для четырех пикселей равно 1, а для пяти - 1,0007 (определено экспериментально). Нормализация гистограмм значений локальной кривизны путем деления на число точек контура необходима для сравнения результатов.

Коды локальной кривизны подписи представляют собой массив или вектор-признака, описывающие индивидуальные особенности подписи человека. Эти коды могут быть использованы для сравнения и оценки подписей на подлинность. В эксперименте был проведен анализ корреляции между кодами кривизны пар рукописных подписей для проверки их использования в качестве признака [15],[16]. В результате было показано, что корреляция между кодами для подлинных подписей одного человека выше, чем между кодами для подлинных и поддельных подписей.

Для эксперимента было использовано 100 подлинных и поддельных рукописных подписей из базы данных CEDAR. Для проверки подписи выбирались случайным образом. По имени файла определялось, какому человеку он принадлежит. Отбиралось N подлинных подписей этого человека. В эксперименте использовалось нечетное количество подлинных подписей, $N = 7$. Гистограммы локальных кодов кривизны реальных подписей каждого человека в указанной базе данных сравнивались между собой. Коэффициенты корреляции между локальными кодами кривизны были рассчитаны для 1000 пар подписей. Рисунок 3 иллюстрирует принцип сравнения пар реальных подписей одного человека.

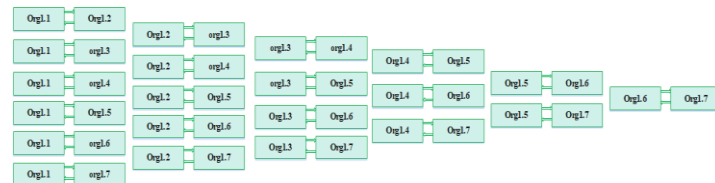


Рисунок 3. Принцип сравнения оригинальных подписей друг с другом.

Имена файлов с подлинными подписями начинаются с букв org. Кривизна N выбранных



подписей сравнивалась попарно между собой, как показано на рисунке 4. Общее количество сравнений составляет $N(N-1)/2$.

На рисунке 4 показано сравнение верифицируемой подписи с каждой из N подлинных. Общее количество сравнений составляет N -сравнений.

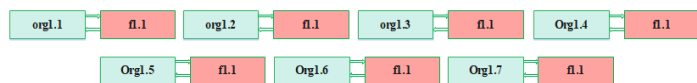


Рисунок 4. Принципы сравнения проверяемых подписей с подписями реальных людей.

В таблице 1 представлены коэффициенты корреляции локальной кривизны между парами подлинных подписей с разным числом интервалов. Жирным шрифтом показаны наиболее низкие значения коэффициента корреляции по сравнению с другими парами.

Сравнение подписей		Число интервалов			
		255	80	60	40
org1.1	org1.2	0,8954	0,9680	0,9509	0,9831
org1.1	org1.3	0,8894	0,9880	0,9429	0,9922
org1.1	org1.4	0,5224	0,5335	0,6307	0,8322
org1.1	org1.5	0,8120	0,9721	0,9272	0,9735
org1.1	org1.6	0,7707	0,8412	0,8609	0,9311
org1.1	org1.7	0,7044	0,7613	0,8199	0,9125
org1.2	org1.3	0,9517	0,9790	0,9910	0,9893
org1.2	org1.4	0,6281	0,6175	0,6962	0,8637
org1.2	org1.5	0,9158	0,9788	0,9945	0,9905
org1.2	org1.6	0,9158	0,9788	0,9945	0,9905
org1.2	org1.7	0,7858	0,9788	0,9945	0,9905
org1.3	org1.4	0,8737	0,9836	0,9901	0,9915
org1.3	org1.5	0,9257	0,9840	0,9870	0,9894
org1.3	org1.6	0,7888	0,8436	0,9292	0,9845
org1.3	org1.7	0,8959	0,9444	0,9918	0,9980
org1.4	org1.5	0,6169	0,6462	0,7060	0,7913
org1.4	org1.6	0,5755	0,6301	0,6597	0,7107
org1.4	org1.7	0,5450	0,5980	0,6352	0,6691
org1.5	org1.6	0,8266	0,9121	0,9867	0,9921
org1.5	org1.7	0,6748	0,7301	0,7581	0,8142
org1.6	org1.7	0,7469	0,8884	0,9450	0,9787

Таблица 1. Корреляция между парами семи подлинных подписей из базы CEDAR

Алгоритм верификации одной подписи

Исходные данные: верифицируемая подпись Y человека X , тип коэффициента корреляции T , число подлинных подписей N , P_k , k от 1 до N , изображений подписи человека X .

Выходные данные: результат верификации A . Если $A=0$ – подпись поддельная, если $A=1$ – подпись подлинная.

Шаг 1. Загрузить верифицируемую подпись Y .

Шаг 2. По названию файла определить идентификатор человек X , которому она принадлежит.

Шаг 3. В базе данных найти подлинные подписи P_k , k от 1 до N человека X . Загрузить их.

Шаг 4. По методике, описанной в разделе 2.8, выполнить предварительную обработку всех подписей Y и P_k , k от 1 до N , загруженных на шагах 1 и 3.

Шаг 5. Построить их нормализованные контурные представления S_k , k от 1 до N .

Шаг 6. Вычислить LBP признаки и LBP-коды L_k всех подписей по S_k , k от 1 до N , а также подписи Y .

Шаг 7. Вычислить коды локальной кривизны R_k всех подписей по S_k , k от 1 до N , а также подписи Y .

Шаг 8. Вычислить коэффициенты корреляции типа T $corLBP_{ij}$ между парами LBP-кодов и коэффициенты корреляции типа T $corR_{ij}$ между парами кодов кривизны всех подлинных подписей, i, j от 1 до N .

Шаг 9. Обучить модель одноклассовой SVM на коэффициентах корреляции $corLBP_{ij}$ и $corR_{ij}$ пар подлинных подписей.

Шаг.10. Вычислить коэффициенты корреляции $corLBP_{uj}$ между парами LBP-кодов подписи Y и LBP-кодами подписей P_k , k от 1 до N .

Шаг 11. Вычислить коэффициенты корреляции $corR_{uj}$ между парами кодов кривизны подписи Y и кодов кривизны подписей P_k , k от 1 до N .

Шаг 12. Поочередно выполнить классификацию N образов пар подписей



(верифицируемая-подлинная), представленных параметрами $corLBP_{uj}$ и $corR_{uj}$ на предмет принадлежности классу подлинных подписей человека X.

Обученная модель SVM определяет является ли выбросом образ пары (Y, P_k) , k от 1 до N относительно класса, на котором она обучена. Если выброс $A_k=0$, если нет $A_k=1$.

Шаг 13. Принять решение методом голосования: если сумма $A_k < N/2$, то подпись Y поддельная $A=0$, если нет – подлинная $A=1$.

Только модели классификатора типа ИМ-1 (индивидуальная модель, обученная на одном классе данных) применимы в реальных практических ситуациях.

Для сравнения диссертационных результатов с результатами других исследователей были верифицированы все 2640 подписей из базы CEDAR согласно ниже описанному алгоритму. Одноклассовая модель SVM переобучалась для каждой подписи, т.е. она обучалась на подлинных подписях одного человека.

Лучшая точность верификации при $N = 15$ составила 99,77% корректной верификации. При этом даже при меньшем числе подлинных подписей N , используемых для обучения модели ни одна поддельная подпись на была опознана как подлинная. Полученный результат является лучшим для базы CEDAR.

Лучший результат верификации полученный в [13] при $N = 12$, точность составила 94,4 %.

Алгоритм верификации всех подписей

Входные параметры: тип коэффициента корреляции T , число подлинных подписей одного человека N , изображения подписей всех человек базы CEDAR S_i , i от 1 до 2640.

Выходные: результат верификации A_i , i от 1 до 2640. Если $A_i = 0$ – подпись поддельная, если $A_i = 1$ – подлинная.

Шаг 1. Указать путь к базе изображений подписей CEDAR.

Шаг 2. По методике, описанной в разделе 2.8, выполнить предварительную обработку всех подписей S_i , i от 1 до 2640, и записать обработанные изображения в директорию K .

Шаг 3. Организовать цикл вычисления кодов для всех подписей S_i .

Шаг 4. Вычислить LBP-код каждой L_i -й подписи из директории K и записать в $M1_i$ -ю строку матрицы $M1$.

Шаг 5. Вычислить коды локальной кривизны каждой R_i -й подписи из директории K и записать в $M2_i$ -ю строку матрицы $M2$.

Шаг 6. Конец цикла.

Шаг 7. Организовать цикл верификации всех подписей S_i .

Шаг 7. Вычислить коэффициенты корреляции типа T $corLBPS_i$ между парами строк матриц $M1_{i,j}$ всех подписей и базы, а также коэффициенты корреляции типа T $corRS_i$ между парами строк матриц $M2_{i,j}$ всех подписей базы, i, j от 1 до 2640.

Шаг 8. Обучить модель одноклассовой SVM на коэффициентах корреляции T $corLBPS_i$ и T $corRS_i$.

Шаг 9. Поочередно выполнить классификацию N образов пар подписей (верифицируемая-подлинная), представленных параметрами $corLBP_{uj}$ и $corR_{uj}$ на предмет принадлежности классу подлинных подписей человека X.

Обученная модель SVM определяет является ли выбросом образ пары (Y, P_k) , k от 1 до N относительно класса, на котором она обучена. Если выброс $A_k=0$, если нет $A_k=1$.

Шаг 10. Принять решение голосованием, если число выбросов больше половины, то подпись поддельная, если же нет – подлинная.

Шаг 11. Провести оценку точности алгоритма верификации.

Шаг 12. Конец цикла.

Шаг 13. Вычислить оценки точности, Accuracy, Sensitivity, Balanced accuracy, FAR, FRR результатов верификации всех подписей по формулам, описанной в разделе 1.6.



Авторы статьи [13] достигли на базе CEDAR средней точности $AER = (FAR + FRR)/2$ равной 8.70%, 7.83% и 5.60% при использовании для верификации 4, 8 и 12 подлинных подписей.

Результаты

В таблице 3 представлены результаты верификации подписей базы CEDAR полученные в данной работе.

Число классов при обучении	Число подписей при обучении		Число подписей при верификации	ERR, %	Accuracy, %	FAR, %	FRR, %
	Подл.	Подд.					
ИМ-1	5	0	2640	один класс	92,84	0,12	0
	7	0			96,86	0,05	0
	9	0			98,45	0,03	0
	11	0			98,98	0,02	0
	13	0			99,51	0,009	0
	15	0			99,77	0,004	0

Таблица 3. Результаты верификации подписей базы CEDAR полученные в данной работе

Примечание:

ИМ-1 – индивидуальная модель подлинных подписей для X человек;

Подл. – подлинные;

Подд. – поддельные.

База данных Database	Accuracy	Recall	Specificity	Balanced accuracy	FAR	FRR
CEDAR	99,77%	100,00%	99,54%	99,77%	0,004%	0,0%
TUIT	88,62%	89,06%	88,19%	88,63%	11,80%	10,93%

Таблица 3. Результаты верификации рукописных подписей

Заключение

Был предложен новый метод описания оцифрованных подписей, который включает в себя код локальной кривизны. Для вычисления кривизны используется информация о пяти последовательных пикселях контура подписи. Верификация подписи осуществляется с использованием модели одно-классовой SVM, построенной на основе $N=7$ подлинных подписей человека. Двумерное пространство признаков представляет из себя коэффициенты корреляции

между многомерными признаками для всех пар подлинных подписей. Модель SVM анализирует наличие выбросов среди образов пар для верификации подписи относительно класса подлинных подписей человека. Результаты показали, что при использовании 7 подлинных подписей удалось достичь точности верификации на уровне 99,77% на общедоступной базе данных CEDAR, содержащей 2640 подписей.

Литература

- Lin W. Y. et al. Robust and accurate curvature estimation using adaptive line integrals // EURASIP Journal on Advances in Signal Processing. – 2010. – Vol. 2010. – P. 1–14. doi:10.1155/2010/240309
- Gadermayr M. et al. Shape curvature histogram: A shape feature for celiac disease diagnosis // Medical Computer Vision. Large Data in Medical Imaging: Third International MICCAI Workshop, MCV 2013, Nagoya, Japan, September 26, 2013, Revised Selected Papers 3. – Springer International Publishing, 2014. – P. 175–184.
- Han J. H., Poston T. Chord-to-point distance accumulation and planar curvature: a new approach to discrete curvature // Pattern Recognition Letters. – 2001. – Vol. 22, №. 10. – P. 1133–1144.
- Arca N., Vural F. T. Y. BAS: a perceptual shape descriptor based on the beam angle statistics // Pattern Recognition Letters. – 2003. – Vol. 24, №. 9-10. – P. 1627–1639.
- Coeurjolly D., Miguët S., Tougne L. Discrete curvature based on osculating circle estimation // 4-th International Workshop on Visual Form, IWVF4 Capri, Italy, May 28–30, 2001 Proceedings. – Springer Berlin Heidelberg, 2001. – P. 303–312.
- Cazals F., Pouget M. Estimating differential quantities using polynomial fitting of osculating jets // Computer Aided Geometric Design. – 2005. – Vol. 22, №. 2. – P. 121–146. <https://doi.org/10.1016/j.cagd.2004.09.004>
- Gao D. Integrating 3D seismic curvature and curvature gradient attributes for fracture characterization: Methodologies and interpretational implications // Geophysics. – 2013. – Vol. 78. – №. 2.



– P. O21–O31. <https://doi.org/10.1190/geo2012-0190.1>

8. Chen He X., Yung N. H. C. Corner detector based on global and local curvature properties // *Optical Engineering*. – 2008. – Vol. 47, №. 5. – P. 057008–057008–12.

<https://doi.org/10.1117/1.2931681>

9. Zhang W. et al. Discrete curvature representations for noise robust image corner detection // *IEEE Transactions on Image Processing*. – 2019. – Vol. 28, №. 9. – P. 4444–4459. doi:10.1109/tip.2019.2910655

10. Worring M., Smeulders A. W. M. Digital curvature estimation // *CVGIP: Image Understanding*. – 1993. – Vol. 58, №. 3. – P. 366–382.

<https://doi.org/10.1006/ciun.1993.1048>

11. Tong W. S., Tang C. K. Robust estimation of adaptive tensors of curvature by tensor voting // *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. – 2005. – Vol. 27, №. 3. – P. 434–449.

12. Flynn P. J., Jain A. K. On reliable curvature estimation // *Proc. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. – 1989. Vol. 88. – P. 5–9.

13. Guerbai Y., Chibani Y., Hadjadji B. The effective use of the one SVM classifier for handwritten signature verification based on writer-independent parameters // *Pattern Recognition*. – 2015. – Vol. 48, №. 1. – P 103–113.

14. Alam S. et al. One-class support vector classifiers: A survey // *Knowledge-Based Systems*. – 2020. – Vol. 196. – P. 105754. doi: <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2020.105754>.

15. Ахунджанов У.Ю., Старовойтов В.В. Предварительная обработка изображений рукописных подписей для последующего распознавания // *Системный анализ и прикладная информатика*. – 2022. – № 2. – С. 4–9.

16. Старовойтов В.В., Ахунджанов У.Ю. Новый признак для описания изображений рукописной подписи на базе локальных бинарных шаблонов // *Информатика*. – 2022. – Т. 19, № 3. – С. 62–73. <https://doi.org/10.37661/1816-0301-2022-19-3-62-73>



Linear cryptanalysis of the SM4 block cipher algorithm

Liu Lingyun,

Ph.D. student of the National University of Uzbekistan,
Jining Normal University,
Shenyu International Community, Jining District,
Ulanqab, Inner Mongolia, China

Abstract: In this paper, the Chinese block cipher algorithm SM4 is evaluated as a linear cryptanalysis method. As a result of the analysis, it was found that $2^{126.4}$ plaintext and ciphertext pairs and $2^{121.7}$ time complexity are required for 23 rounds of the SM4 algorithm for linear cryptanalysis. And to implement the round 23 attack by the multidimensional linear cryptanalysis required $N = 2^{122.3}$ plaintext and ciphertext pairs. The time complexity is equivalent to $2^{122.5}$

Keywords: cryptographic, linear attack, differential attack, multidimensional linear attack, approximations, XOR, Branching operation, linear transformation, S-box

Introduction. SM4 has garnered significant attention within the cryptographic community, leading to the production of various cryptanalytic findings. In [2], rectangle and boomerang attacks on 18-round SM4, as well as linear and differential attacks on 22-round SM4, were presented. Etrog and Robshaw introduced an attack on 23-round SM4 utilizing multiple linear attacks in [5]. Additionally, [4, 7] introduced the concept of differential attacks and multiple linear attacks on 22-round SM4. Up to the present, the most effective differential attack for 23-round SM4 is outlined in [6]. Cho and Nyberg proposed a multidimensional linear attack on 23-round SM4 in [9]. The optimal linear attack on 23-round SM4 is detailed by Liu and Chen in [8]. Bai and Wu put forth a novel lookup-table-based white-box implementation for SM4, designed to safeguard large linear encodings from cancellation, as described in [11]. Furthermore, [10] provides insights into related-key differential attacks on SM4, while [13] analyzes the lower bound of the number of linearly active S-boxes for SMS4-like ciphers.

Linear cryptanalysis [12] stands out as a crucial technique in the examination of symmetric-key cryptographic primitives. This method primarily focuses on establishing linear approximations among plaintext, ciphertext, and the key. When a cipher exhibits non-random permutation behavior under linear cryptanalysis, it becomes possible to construct a

distinguisher or even initiate a key recovery attack by incorporating additional rounds. The process involves making educated guesses for the subkeys of appended rounds, decrypting ciphertexts and/or encrypting plaintexts using these subkeys to calculate the intermediate state at the ends of the distinguisher. If the subkeys are accurately guessed, the distinguisher should be valid; otherwise, it will fail. Linear cryptanalysis has been employed in the analysis of various ciphers, including those detailed in [14–17].

Main part. Regarding the efficacy across all previous SM4 attacks in terms of the number of rounds, the most effective key recovery methods are linear cryptanalysis and differential cryptanalysis. Both approaches rely on 19-round distinguishers. Our primary motivation is to enhance the attacks on SM4 by seeking a superior distinguisher. Consequently, our focus centers on exploring linear approximations for SM4. The contributions of this paper can be outlined as follows.

The most effective previous linear attacks have focused on 19-round linear approximations. In response, we introduce a novel search algorithm specifically designed for iterative linear approximations over a small number of rounds in SM4. This involves systematically expanding the partial linear approximation table of the S-box. Initially, it is demonstrated that there are no one-round or two-round iterative linear approximations for SM4. Subsequently,



certain properties are derived for the iterative linear approximations of 3-round SM4. Leveraging these properties, our search algorithm is applied to obtain a 19-round linear approximation with a bias of $2^{-57,3}$ and a 20-round linear approximation with a bias of $2^{-60,5}$. A comparison of our identified linear approximations with previous ones is presented in Table 1. Notably, our linear approximations emerge as the most effective to date.

Table 1. Overview of Linear Approximations for SM4.

Reference	Bias (probability)	Rounds
[8]	$2^{-62,27}$	19
[27]	2^{-58}	19
[27]	2^{-61}	20
this work	$2^{-57,3}$	19
this work	$2^{-60,5}$	20

The most effective prior attacks have demonstrated efficacy up to 23 rounds for SM4. Leveraging our identified 20-round linear approximation for SM4, we introduce a key recovery attack targeting 24-round SM4, which currently stands as the most potent attack based on the number of rounds for SM4. Additionally, we employ the newly established 19-round linear approximation to launch an attack on 23-round SM4, thereby enhancing the effectiveness of the best previous linear attack on 23-round SM4. An overview of our attacks and those previously conducted on SM4 is provided in Table 2.

Table 2. Overview of Attacks on SMS4

Type of cryptanalysis methods	Number of rounds	Time (T)	Data (D)	Reference
Rectangle	16	2^{116}	2^{125}	[26]
Rectangle	14	$2^{87.69}$	$2^{107.89}$	[13]
Rectangle	18	$2^{112.83}$	2^{124}	[2]
Integral	13	2^{114}	2^{16}	[7]
Impossible Differential	16	$2^{96.07}$	$2^{117.06}$	[13]
Boomerang	18	$2^{116.83}$	2^{120}	[2]
Differential	21	$2^{126.6}$	2^{118}	[26]

Differential	23	$2^{126.7}$	2^{118}	[6]
Differential	22	$2^{125.71}$	2^{118}	[2]
Differential	22	$2^{112.3}$	2^{117}	[4]
Linear	22	2^{117}	$2^{118.4}$	[5]
Linear	22	$2^{109.86}$	2^{117}	[2]
Linear	23	2^{122}	$2^{126.54}$	[8]
Multiple Linear	22	$2^{119.75}$	2^{112}	[18]
Multidimensional Linear	23	$2^{127.4}$	$2^{126.6}$	[9]
Multidimensional Linear	23	$2^{122.7}$	$2^{122.6}$	[8]
Linear	23	$2^{121.7}$	$2^{126.4}$	this work
Multidimensional Linear	23	$2^{122.5}$	$2^{122.3}$	this work

Approximations of SM4

All the previous attacks on SM4 are effective in terms of the number of rounds. Among the top key recovery attacks for SM4 are linear and differential cryptanalysis, both relying on 19-round distinguishers. Our primary motivation for enhancing SM4 attacks is to explore the possibility of obtaining a superior distinguisher. Therefore, the critical aspect is the search for the linear approximation of SM4. Various methods for finding linear approximations of SM4 have been explored in existing literature, including references [2, 5, 8, 18].

The approach outlined in [2] involves creating linear approximations for a reduced-round SM4. This is achieved by identifying a one-round linear approximation with identical input and output masks for the T function. This minimizes the number of active T functions. Consequently, an 18-round linear approximation with a bias of $2^{-57.28}$ for SM4 has been successfully identified.

In [5], Etrog and Robshaw developed a 5-round iterative linear approximation, with only the last two rounds exhibiting activity. Subsequently, they combined three of these five-round iterative linear approximations to formulate an 18-round linear approximation with a bias of $2^{-56.2}$.



In [18], Liu et al. applied the branch-and-bound algorithm from [20] to acquire a set of 5-round iterative linear approximations. These approximations were then employed to build an 18-round linear approximation with a bias of $2^{-56.14}$.

To enhance the linear approximation for SM4, Liu and Chen introduced a more specialized search algorithm in [8]. Initially, they employed a Mixed Integer Linear Programming (MILP)-based method to identify the configuration for the linear approximation with the minimum number of active S-boxes in reduced-round SM4. Subsequently, using the identified configuration, they derived a 19-round linear approximation with a bias of $2^{-62.27}$.

Clearly, minimizing the number of active S-boxes in a linear approximation doesn't guarantee that its bias will be maximized. Therefore, our emphasis is on searching for superior linear approximations, even if they involve a slightly higher number of active S-boxes.

During CT-RSA 2014, Biryukov and Velichkov expanded the branch-and-bound algorithm to explore the differential characteristics of ARX ciphers, incorporating the use of a partial differential distribution table for modular addition to enhance search efficiency [20]. Drawing inspiration from this concept, we intend to leverage the partial linear approximation table in our quest to discover linear approximations for SM4.

Methodology. Initially, we will introduce some properties related to fundamental operations like the XOR operation, the three-forked branching operation, and the linear map.

Biham highlighted that, akin to differential cryptanalysis [28], it is possible to define characteristics in linear cryptanalysis [23]. Subsequently, one can derive the linear approximations of a cipher by combining characteristics from each round. However, there are crucial distinctions in the concatenation rule:

Operation XOR: If $x = y \oplus z$, Γ_x , Γ_y and Γ_z are the masks of x , y and z , respectively. Then $\Gamma_x = \Gamma_y = \Gamma_z$.

Branching operation: If $x = y = z$, Γ_x , Γ_y and Γ_z are the masks of x , y and z , respectively. Then $\Gamma_x = \Gamma_y \oplus \Gamma_z$.

L linear transformation: If $y = L(x)$, Γ_x and Γ_y are the masks of x and y , respectively. Then $\Gamma_x = L^t(\Gamma_y)$ where L^t is the transpose of L .

Using these guidelines, discovering a linear approximation is akin to finding a differential trail. The remaining challenge is to devise a strategy for finding the longest possible linear approximation. In this subsection, we introduce a novel approach to explore the linear approximations of SMS4. Our method aims to identify linear approximations with minimal active S-boxes, resulting in non-iterative ones that differ from those presented in [4, 11, 16, 18]. A representation of the 3-round linear approximation for the SM4 algorithm is shown in Figure 1. We employ a two-step procedure to accomplish this objective.

In the first step, our objective is to establish the minimum number of active S-boxes in the linear approximation and determine the positions of the active rounds. Following the approach suggested by Mouha et al. in [23], this can be accomplished using Mixed-Integer Linear Programming (MILP). In the context of linear cryptanalysis, Mouha et al. initially formulated equations that incorporated additional binary dummy variables for all branching operations and linear transformations in the cipher. Subsequently, they inputted these equations into a MILP solver for resolution. For instance, if the masks of a branching operation are represented by Γ_x , Γ_y , Γ_z and the binary dummy variable is denoted as D_1 , the equations for this particular branching operation are as follows:

$$\begin{aligned} \xi(\Gamma_x) + \xi(\Gamma_y) + \xi(\Gamma_z) &\geq 2D_1, & D_1 &\geq \\ \xi(\Gamma_x), D_1 &\geq \xi(\Gamma_y), D_1 &\geq \xi(\Gamma_z) \end{aligned}$$

Likewise, if the input and output byte-masks of a linear transformation are denoted as $\Gamma_{in1}, \Gamma_{in2}, \Gamma_{in3}, \Gamma_{in4}, \Gamma_{out1}, \Gamma_{out2}, \Gamma_{out3}, \Gamma_{out4}$ and the binary dummy variable is D_2 , the equations are as follows:

$$\begin{aligned} \xi(\Gamma_{in1}) \oplus \xi(\Gamma_{in2}) \oplus \xi(\Gamma_{in3}) \oplus \xi(\Gamma_{in4}) \oplus \xi(\Gamma_{out1}) \\ \oplus \xi(\Gamma_{out2}) \oplus \xi(\Gamma_{out3}) \oplus \xi(\Gamma_{out4}) \\ \geq q * D_2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} D_2 &\geq \xi(\Gamma_{in1}) \\ D_2 &\geq \xi(\Gamma_{in2}) \\ D_2 &\geq \xi(\Gamma_{in3}) \\ D_2 &\geq \xi(\Gamma_{in4}) \\ D_2 &\geq \xi(\Gamma_{out1}) \\ D_2 &\geq \xi(\Gamma_{out2}) \\ D_2 &\geq \xi(\Gamma_{out3}) \\ D_2 &\geq \xi(\Gamma_{out4}) \end{aligned}$$

Here, q represents the linear branch number, and for SMS4, q is equal to 5.

Utilizing this approach, we formulate the MILP for SMS4 and apply it to the solver implemented in SAGE. Given that the best previous linear approximation involves 18 rounds, we aim to discover a linear approximation extending to 19 rounds. The solver provides a 19-round linear approximation with one active S-box in the 1st, 4th, 5th, 8th, 9th, 12th, 13th, 16th, and 17th rounds, respectively. It's important to note that what we obtain is solely a lower bound for the number of S-boxes, and it might be impossible to find such a linear approximation due to the limitations of degrees of freedom.

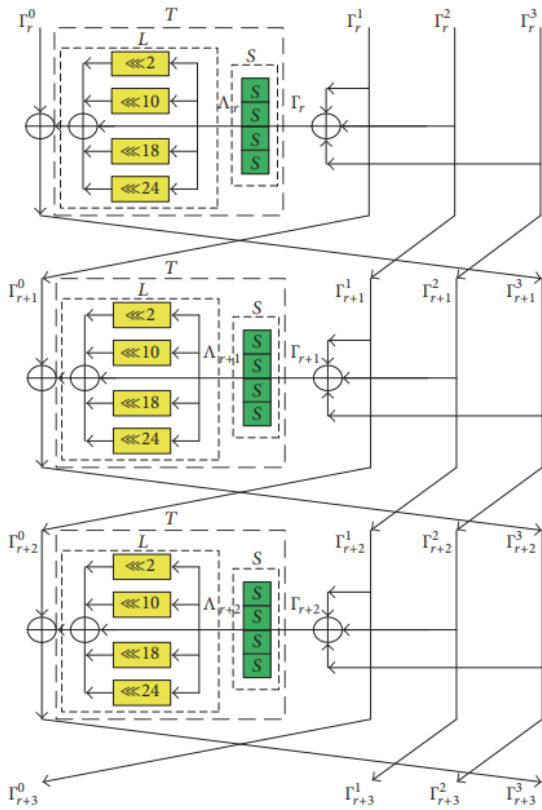


Fig. 1. Linear approximation of 3-round SM4.

To address this, we opt to fix the positions of the active rounds and increment the number of active S-boxes until a valid linear approximation is identified. Our observation suggests that a linear approximation is likely valid when the number of active S-boxes in each active round is two. In other words, the linear approximation we are attempting to discover has the following form:

$$\begin{aligned} 2 &- 0 - 0 - 2 - 2 - 0 - 0 - 2 - 2 - 0 \\ &- 0 - 2 - 2 - 0 - 0 - 2 - 2 \\ &- 0 - 0 \end{aligned}$$

Theorem 1. To construct the aforementioned 19-round linear approximation, it is necessary for the input masks of the T functions in two consecutive active rounds to be identical.

Proof. Let Γ_{in}^i and Γ_{out}^i ($i = 1, \dots, 6$) represent the input and output masks of the T functions in the six-round linear approximation with the pattern $0 - 0 - 2 - 2 - 0 - 0$. Then $\Gamma_{in}^3 \oplus \Gamma_{out}^1 \oplus \Gamma_{in}^2 = \Gamma_{in}^4 \oplus \Gamma_{out}^5$, $\Gamma_{in}^4 \oplus \Gamma_{out}^6 \oplus \Gamma_{in}^5 = \Gamma_{in}^3 \oplus \Gamma_{out}^2$. Since $\Gamma_{in}^j = \Gamma_{out}^j = 0$ for $j = 1, 2, 5, 6$. As a result $\Gamma_{in}^3 = \Gamma_{in}^4$. *Theorem 1 is proved.*

Results. When extending backward to 19 rounds, it is established that the number of active S-boxes in the first round is 2. Given that for each S-box, there are 5 linear masks resulting in the highest bias, a total of 200 19-round linear approximations with the same bias can be identified. One such linear approximation is presented in Table 2. In this table, the fourth and fifth columns represent the output and input masks of the S-box layer, respectively, while the sixth column indicates the bias of the round. The remaining columns provide the masks of the intermediate values. Referring to [11], it is observed that the piling-up lemma [20] works effectively for SM4, resulting in a bias of approximately $2^{-57,3}$ for 19-round and $2^{-60,5}$ for 20-round for the linear approximation in Table 3.



Table 3. One of the 20-round Linear Approximations

Round	i	X_i	S_{out}	S_{in}	Bias (p)	X_{i+1}	X_{i+2}	X_{i+3}
1	0	0x88086828	0x00008200	0x0000CA00	2^{-4}	0x8808A228	0x88086828	0x8808A228
2	1	0	0	0	-	0	0x00006000	0x0000A400
3	2	0	0	0	-	0x0000A400	0x00006000	0
4	3	0x8808A228	0x0000A400	0x00006000	2^{-4}	0x8808C228	0	0
5	4	0x88080828	0x0000A400	0x00008000	2^{-4}	0x8808A228	0x88086828	0x88080828
...								
19	18	0x8808A228	0x0000A400	0x0000CA00	2^{-4}	0x88086828	0x8808C228	0x8808A228
20	19	8808A228	0x00008200	0x0000A400	2^{-4}	0x88080828	0x88086828	0x8808A228

To carry out the attack using these approximations, we need $N = 2^{126.4}$ plaintext and ciphertext pairs.

Conclusion. The time complexity of Step 3 is approximately $2^{126.4}$, which is equivalent to $2^{121.7}$, 23-round encryptions and is also the dominating complexity of the attack. The time complexity of Step 5 is about 2^{112} , 4-round encryptions. In Step 6, e is calculated using the technique from [7], requiring the execution of 3 Fast Fourier Transformations; the complexity is $3 \times 2^{112} \times 2^{112} \approx 2^{120.4}$ arithmetic operations. The time complexity of Step 7 is 2^{120} encryptions. The memory complexity is approximately $(126.4 \times 2^{112} \times 2^{112})/8 \approx 2^{116}$ bytes, which is necessary to store t and the first column of M .

And to implement the round 23 attack by the multidimensional extension as presented in [27], we need $N = 2^{122.3}$ plaintext and ciphertext pairs. The time complexity is equivalent to $2^{122.5}$

References

1. W. Diffie and G. Ledin, “SMS4 Encryption Algorithm for Wireless Networks,” Cryptology ePrint Archive 2008/329, 2014, <http://eprint.iacr.org/2008/329.pdf>.
2. T. Kim, J. Kim, S. Hong, and J. Sung, “Linear and Differential Cryptanalysis of Reduced SMS4 Block Cipher,” IACR Cryptology ePrint Archive 2008/281, 2008, <https://eprint.iacr.org/2008/281.pdf>.
3. “Office of State Commercial Cryptography Administration: Specification of SMS4, block cipher for WLAN products-SMS4” (Chinese), <http://www.oscca.gov.cn/UpFile/200621016423197990.pdf>.

4. W. Zhang, W. Wu, D. Feng, and B. Su, “Some New Observations on the SMS4 Block Cipher in the Chinese WAPI Standard,” in Information Security Practice and Experience, vol. 5451 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 324–335, Springer, Berlin, Germany, 2009.

5. J. Etrog and M. J. B. Robshaw, “The Cryptanalysis of ReducedRound SMS4,” in Selected Areas in Cryptography, vol. 5381 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 51–65, Springer, Berlin, Germany, 2008.

6. B.-Z. Su, W.-L. Wu, and W.-T. Zhang, “Security of the SMS4 block cipher against differential cryptanalysis,” Journal of Computer Science and Technology, vol. 26, no. 1, pp. 130–138, 2011.

7. F. Liu, W. Ji, L. Hu et al., “Analysis of the SMS4 Block Cipher,” in Information Security and Privacy, vol. 4586 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 158–170, Springer, Berlin, Germany, 2007.

8. M.-J. Liu and J.-Z. Chen, “Improved linear attacks on the Chinese block cipher standard,” Journal of Computer Science and Technology, vol. 29, no. 6, pp. 1123–1133, 2014.

9. J. Cho and K. Nyberg, “Improved Linear Cryptanalysis of SMS4 Block Cipher,” Symmetric Key Encryption Workshop, pp. 1–14, 2011.

10. J. Zhang, W. Wu, and Y. Zheng, “Security of SM4 Against (Related-Key) Differential Cryptanalysis,” in Proceedings of the International Conference on Information Security Practice and Experience, vol. 10060 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 65–78, Springer, Berlin, Germany, November 2016.K.

11. Bai and C. Wu, “A secure white-box SM4 implementation,” Security and Communication Networks, vol. 9, no. 10, pp. 996–1006, 2016.

12. T. Hellesteth, “Linear cryptanalysis method for des cipher,” in Advances in Cryptology—EUROCRYPT, vol. 765 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 386–397, Springer, Berlin, Germany, 1993.

13. B. Zhang and C. Jin, “Practical security against linear cryptanalysis for SMS4-like ciphers with



SP round function," *Science China Information Sciences*, vol. 55, no. 9, pp. 2161–2170, 2012.

14. G. Jakimoski and L. Kocarev, "Differential and linear probabilities of a block-encryption cipher," *IEEE Transactions on Circuits and Systems. I. Fundamental Theory and Applications*, vol. 50, no. 1, pp. 121–123, 2003. 10 *Security and Communication Networks*

15. F. Sano, K. Ohkuma, H. Shimizu, and S. Kawamura, "On the security of nested SPN cipher against the differential and linear cryptanalysis," *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, vol. E86- A, no. 1, pp. 37–46, 2003.

16. Y. Liu, K. Fu, W. Wang, L. Sun, and M. Wang, "Linear cryptanalysis of reduced-round SPECK," *Information Processing Letters*, vol. 116, no. 3, pp. 259–266, 2016.

17. Y. Sun, "Linear Cryptanalysis of Light-Weight Block Cipher ICEBERG," in *Advances in Electronic Commerce, Web Application and Communication*, vol. 149, pp. 529–532, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Germany, 2012.

18. Z. Liu, D. Gu, and J. Zhang, "Multiple linear cryptanalysis of reduced-round SMS4 block cipher," *Chinese Journal of Electronics*, vol. 19, no. 3, pp. 389–393, 2010.

19. D. Toz and O. Dunkelman, "Analysis of two attacks on reducedround versions of the SMS4," in *Information and Communications Security*, vol. 5308 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 141–156, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2008.

20. Biryukov and V. Velichkov, "Automatic search for differential trails in ARX ciphers," in *Topics in Cryptology—CT-RSA 2014*, vol. 8366 of *Lecture Notes in Comput. Sci.*, pp. 227–250, Springer, Berlin, Germany, 2014.

21. M. Matsui, "On correlation between the order of S -boxes and the strength of DES," in *Advances in cryptology—EUROCRYPT*, vol. 950 of *Lecture Notes in Comput. Sci.*, pp. 366–375, Springer, Berlin, Germany, 1994.

22. J. Daemen, R. Govaerts, and J. Vandewalle, "Correlation matrices," in *Fast Software Encryption*,

vol. 1008 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 275–285, Springer, Berlin, Germany, 1994.

23. E. Biham, "On Matsui's linear cryptanalysis," in *Advances in Cryptology*, vol. 950 of *Lecture Notes in Comput. Sci.*, pp. 341–355, Springer, Berlin, Germany, 1994.

24. Bogdanov and E. Tischhauser, "On theWrong Key Randomisation and Key Equivalence Hypotheses in Matsui's Algorithm 2," in *Fast Software Encryption*, vol. 8424 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 19–38, Springer, Berlin, Germany, 2013.

25. N. Ferguson, J. Kelsey, S. Lucks et al., "Improved Cryptanalysis of Rijndael," in *Fast Software Encryption*, vol. 1978 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 213–230, Springer, Berlin, Germany, 2000.

26. Zhang, L., Zhang, W., Wu, W.: *Cryptanalysis of Reduced-Round SMS4 Block Cipher*. In: Mu, Y., Susilo, W., Seberry, J. (eds.) *ACISP 2008*. *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 5107, pp. 216–229. Springer (2008)

27. Liu, Yu et al. "New Linear Cryptanalysis of Chinese Commercial Block Cipher Standard SM4." *Secur. Commun. Networks 2017* (2017): 1461520:1-1461520:10.

28. Biham, E., Shamir, A.: *Differential Cryptanalysis of DES-like Cryptosystems*. In: Menezes, A., Vanstone, S.A. (eds.) *Advances in Cryptology - CRYPTO '90*. *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 537, pp. 2–21. Springer (1991)



FRAKTAL XUSUSIYATLI ORGANLARNING O'LCHOVLARINI ANIQLASH SXEMASINI ISHLAB CHIQUISH

Shaxzoda Amanboyevna Anarova,

texnika fanlari doktori, professor,
Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
Axborot texnologiyalari kafedrasini mudiri.
Toshkent, O'zbekiston.
shakhzodaanarova@gmail.com

Jamoliddin Sindorovich Jabbarov,

texnika fanlari bo'yicha (PhD) falsafa doktori, dotsent,
Samarqand davlat universiteti
Samarqand, O'zbekiston.
jamoliddin.jabbarov@mail.ru

Doston Naim o'g'li Muxtorov,

Assistant,
O'zbekiston milliy universiteti filiali,
Jizzax, O'zbekiston
dmukhtorov062@gmail.com

Annotasiya. Ushbu maqolaning maqsadi fraktal xususiyatli organlarning o'lchovlarini aniqlash sxemasi va fraktal o'lchovlarining algoritmlari hamda kompyuterli intellektual axborot tizimini ishlab chiqishga qaratilgan. Shuningdek, inson organlarining fraktal o'lchovlarni aniqlashning prizmalar, qoplamalar, kublar usullaridan foydalanildi. Fraktal tuzilishli obyektlarni aniqlash va ularni geometrik modellashtirish, fraktal o'lchovlarini aniqlash hamda shular asosida algoritmlar ishlab chiqish muammolari keng yoritilgan. Fraktal tuzilishli tasvirlarning fraktal o'lchovini aniqlash uchun sonli algoritmi qo'llash kerakligi taklif qilindi va fraktal o'lchovlar asosida inson organlarining fraktal o'lchovlari aniqlandi. Ushbu o'zaro munosabatlar ma'lum qonuniyatga egaligi tadqiq qilindi.

Kalit so'zlar: Fraktal, fraktal grafika, qoplamalar, kublar, fraktal o'lchov.

KIRISH

Hozirda jadal sur'atlarda rivojlanib borayotgan tibbiyotda inson organizmining fraktal tuzilishga ega bo'lgan tana organlarning fraktal o'lchovini aniqlash masalasi tadqiqot ishida qaralgan. Bundan tashqari, insonlardagi turli xil kasalliklarni oldindan aniqlash va davolash uchun amaliy yordam berish muhim sanaladi [1; 2-7-b]. Shu bois, ishda inson organizmining fraktal o'lchovlarini aniqlash va tashxislash masalalari qaralgan. Inson tana a'zolarining fraktal o'lchovlarini aniqlash uchun daraxt shoxlarining fraktal o'lchovini qiyoslab qoplamalar usullari qo'llanildi. R.V.Genni va boshqa dunyo olimlari tamonidan inson o'pkasining fraktal o'lchovi vektorlar usulida aniqlangan bo'lib,

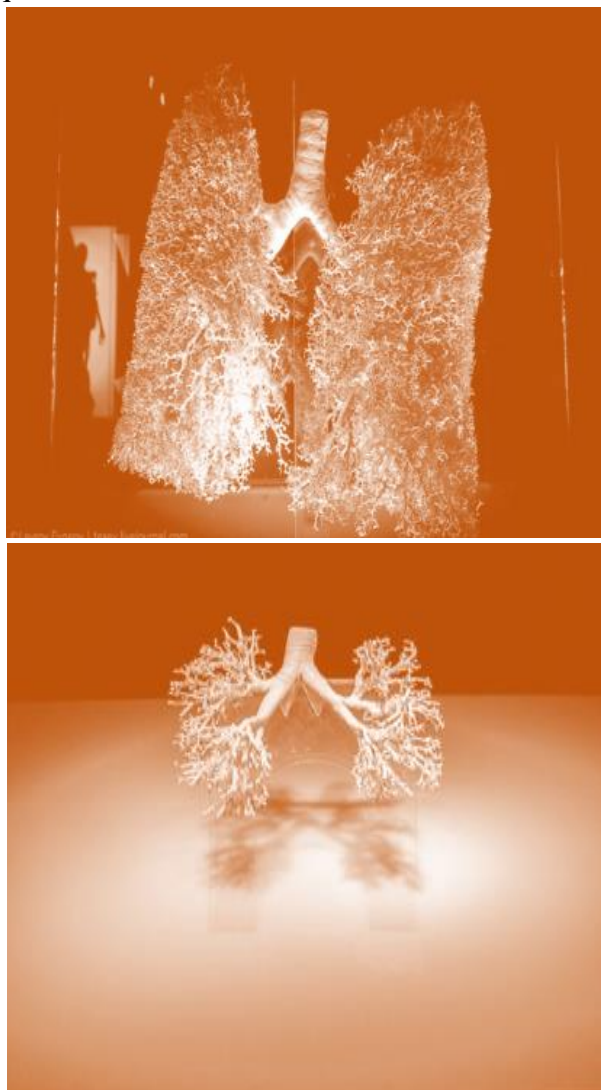
mazkur ishda esa inson o'pkasining fraktal o'lchovi kublar usuli yordamida aniqlangan [2; 423-426-b]. Tomirlarning joylashuvi fraktal tuzilishga ega ekanligini bilgan holda, inson ko'z to'r pardasi va o'pkasidagi qon tomir tizimlarining fraktal o'lchovlari aniqlangan.

ASOSIY QISM

Inson qon tomir tarmog'ining murakkabligi va ko'p darajali takrorlanishi tufayli qon tomirlarining tuzilishini tavsiflash uchun qanday parametrlardan foydalanish kerakligi haqida aniq fikr keltirilmagan. Bundan tashqari, kasalliklarni aniqlash uchun normal rivojlanish mezonini zarur. Ushbu muammolarni hal qilish uchun har xil sog'lom va bemor insonlarning qon aylanish tizimlarini baholash uchun, bir qancha fraktal



tahlillar o'tkazildi [3; 155-162-b]. Inson qon tomir tizimlari qat'iy fraktal tuzilishga ega emas, chunki ular cheksiz tarqalgan, ammo o'ziga o'xshash xususiyatlarga ega, shuning uchun tarqalish jarayoni bir xil bo'ladi. Shu sababli, inson qon tomirlari fraktal xususiyatga ega va fraktal tuzilishni tashkil qiladi deb hisoblanishi mumkin [4; 349-b]. Qaralayotgan ishda inson nafas olish organi o'pkaning fraktal o'lchovini aniqlash usullari keltirildi.



1-rasm. Nafas olish yo'llarining tuzilishi

Murakkab fraktallarni matematik usullar bilan o'rganish va tavsiflash mumkin. Shu nuqtai nazardan, inson o'pkasi qon tomirlarining joylashuv zichligini tahlil qilish bu bo'shliqni to'ldirishni miqdoriy aniqlash sifatida qarash mumkin hamda tarmoqlangan qon tomirlar tizmining fraktal o'lchovini qiymati ikkiga qanchalik yaqin bo'lsa qon tomirlar bo'shliqni

shunchalik samarali to'ldiradi [9; 15-18 b]. Shu sababli, fraktal o'lchovning yuqori chegarasi butun o'lchamga to'g'ri keladi. Haqiqat shundaki, fraktal tuzilishli tasvirlarni odatda har doim tekislikda deb qaraladi, shuning uchun fraktal tuzilishli obyektlarning tasvirlarni tekislikda qancha maydonni egallaganini aniqlash mumkin. Buning uchun tekislikni N ta katakchalarga bo'lib, ularning o'lchami a bilan belgilanadi va fraktal tasvirlar nechta katak kesib o'tishi hisoblab aniqlanadi [5; 70-b].

Qoplamalar usuli yordamida fraktal tuzilishli tasvirlarning fraktal ya'ni, kasrli o'lchovni aniqlash algoritmi ishlab chiqildi:

1-qadam:

Yuqoridagi N va a lar, quyidagi formula bilan bog'liq: Ya'ni,

$$N = C * a^{-D},$$

(1)

bu yerda, D – fraktal o'lchov, C – fraktal geometriyaga xos bo'lgan kattalik. Fraktal o'lchov tekis sirtini ya'ni, obyektini fraktal tuzilishli tasvir bilan to'ldirish darajasini ko'rsatadi [6; 36-38-b].

2-qadam:

1-jadval. Formuladagi N va a lar asosida quyidagi jadval to'ldiriladi

Katakchanning o'lchovi a	a_1	a_2	a_3
Katakchalar soni N	N_1	N_2	N_3
$y = \ln N$	$\ln N_1$	$\ln N_2$	$\ln N_3$
$x = \ln a$	$\ln a_1$	$\ln a_2$	$\ln a_3$

Fraktal tuzilishli tasvirlardan ajratilgan katakchalar chiziqning joylashgan bloklar soni va katakcha kattaligiga bog'liqligini aniqlash natijalari [10; 153-155 b] 1-jadvaldidek aniqlanadi hamda shular asosida logarifm qiymatlar hisoblanadi.

3-qadam:

Ya'ni,

$$y = -D \cdot x + c, \quad (2)$$



bu formuladagi D – aniqlanayotgan fraktal o'lchov.

4-qadam:

So'ng 1-jadvaldagi barcha X va Y larni yig'amiz:

$$\sum_{i=1}^n y_i = n \cdot c - D \cdot \sum_{i=1}^n x_i, \quad (3)$$

5-qadam:

yuqoridagi formula $\sum_{i=1}^n x_i$ ga ko'paytiriladi:

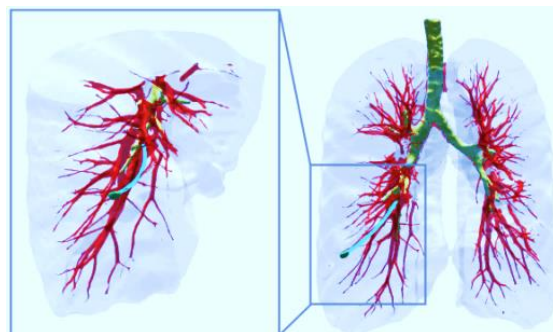
$$\sum_{i=1}^n x_i y_i = c \cdot \sum_{i=1}^n x_i - D \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2, \quad (4)$$

6-qadam:

Qoplamalar usuli yordamida fraktal o'lchovni aniqlash formulasi kelib chiqadi:

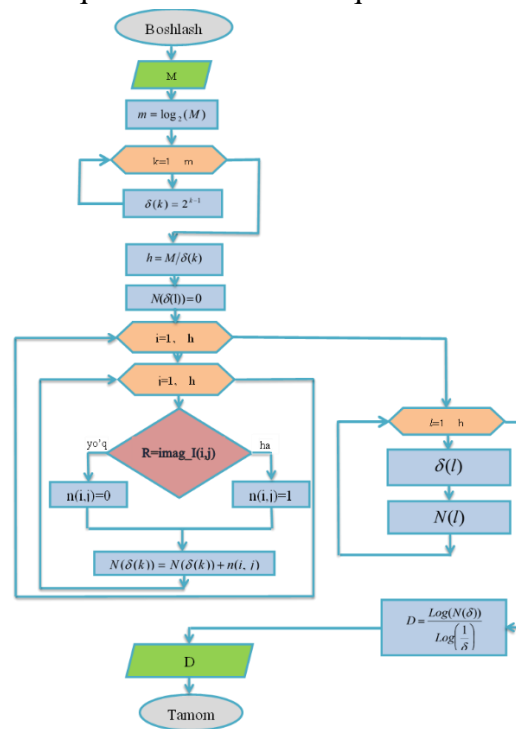
$$D = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i - n \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}. \quad (5)$$

Tibbiyotda o'pka nafas yo'llarining fraktal tuzilishi chuqur o'rganilgan [11; 32-35 b]. O'pka inson tanasida kislorod va karbonatangidrid almashinuv va nafas olish funksiyasini bajaradigan muhim organlardir. O'pka tuzilishiga ko'ra uchta asosiy tarkibiy elementni o'z ichiga oladi: bular: bronxlar, bronxiolalar va o'pka qon tomirlari. O'pkaning sirti bronxlarning tarqalgan tizimidir. O'pka ko'plab strukturaviy birlikmalaridan iborat. Har bir bronxlar o'rtacha o'lchami 15x25 mm bo'lgan piramidali shaklga ega [7; 350-b]. Bronx 5-20 bronxiollarga bo'linadi. Shuning uchun inson o'pkasi fraktal tuzilishga ega va uning fraktal o'lchovini aniqlashning algoritmi quyidagi 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Inson o'pkasining fraktal tuzilishi

Kasrli o'lchovni baholash odamning ko'z to'p pardasidagi, turli o'sma shakllanishlarini [8; 37-b, 12; 78-80 b] tavsiflash, bundan tashqari, kompyuter tomografiyasi (KT) dan olingan inson o'pkasining arterial qon tomirlarini tahlil qilish mumkin.



3-rasm. Fraktal o'lchovini aniqlashning algoritmi



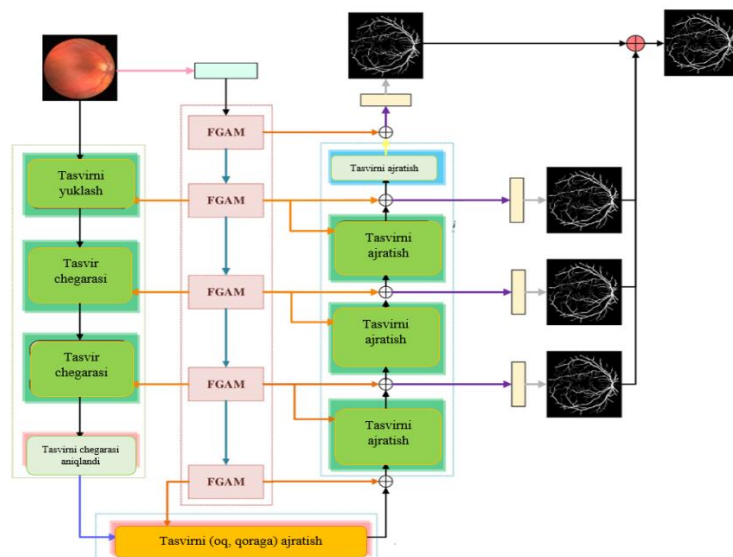
2-jadval. Inson o'pkasining fraktal o'lchovini aniqlash parametrlari

Katakchanning o'lchovi a	9	16	48
Katakchalar soni N	89	27	8
$y = \ln N$	4,4886	3,2958	2,0794
$x = \ln a$	2,1972	2,7726	3,8712

2-jadvaldan inson o'pkasi murakkab tuzilishga ega ekanligini N ning qiymatlaridan bilish mumkin. Chunki bo'lingan katakchalar o'lchami qisqarganda katakchalar soni ko'payib boradi [13; 56-b]. Bu esa o'pkadagi tomirlarning cheksiz har tomonga tarqalganligidan dalolat beradi. Shu ma'lumotlar yordamida inson o'pkasining kasrli o'lchovi qoplamalar usuli asosida aniqlandi:

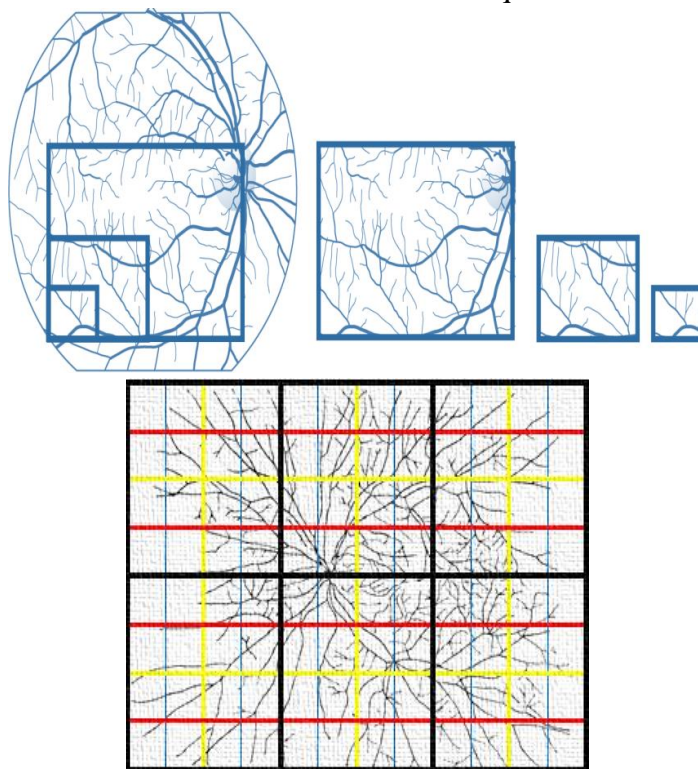
$$D = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i - n \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} = 1,5626. \quad (6)$$

Fraktal tuzilishga ega bo'lgan ko'z to'r pardasidagi qon tomir tizimlari ko'zdagi qon aylanishini yaxshilash, oziqlantirish, funksional buzilishlarning oldini olish vazifasini bajaradi. Inson ko'z qon tomirlari ham yuqorida keltirilgan fraktal tasvirlar kabi fraktal tuzilishga ega bo'lib, fraktal o'lchovi aniqlandi. Buning uchun ko'z to'r pardasidagi qon tomirlar ajratilib olinadi [14; 3-b]. Quyidagi sxema asosida ajratib olinadi, ya'ni mavjud tasvir yuklanadi va chegara o'lchovlari aniqlandi.



4-rasm. Ko'z to'r pardasidagi qon tomirlar tasvirlarini ajratib olish sxemasi

Buning uchun ko'z to'r pardasi tasvirida uch xil o'lchamdagi katakchalar tortilib quyidagilar aniqlandi: $a = 48$ mm, chizma joylashgan katakchalar soni mos holda, qora rangdagi katakchalar soni $N_1 = 6$ ta, sariq rangdagi katakchalar soni $N_2 = 24$ ta, ko'k rangdagi katakchalar soni $N_3 = 116$ ni tashkil qildi.



5-rasm. Ko'z to'r pardasidagi qon tomir tizimlarining fraktal o'lchovini aniqlashda



5-rasmdagi ma'lumotlar asosida ko'z to'r pardasidagi qon tomir tizimlarining fraktal o'lchovi quyidagicha aniqlandi:

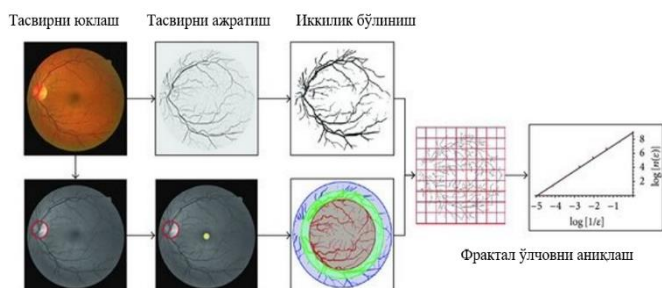
3-jadval. Ko'z to'r pardasidagi qon tomir tizimlarining fraktal o'lchovini aniqlash parametrlari

Katakchanning o'lchovi a	9	16	48
Katakchalar soni N	116	24	6
$y = \ln N$	4,7536	3,1780	1,7917
$x = \ln a$	2,1972	2,7726	3,8712

Yuqoridagi 3-jadvaldagi keltirilgan ma'lumotlar asosida inson ko'z to'r pardasidagi qon tomir tizimlarining fraktal o'lchovi qoplamalar usuli yordamida hisoblandi.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i - n \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} = 1,7021. \quad (7)$$

Insonning ko'z to'r pardasidagi qon tomir tizimlari o'ziga xos xususiyatlaridan biri odam ulg'aygan sari uning ko'z to'r pardasidagi qon tomirlarning o'sib borishi kuzatiladi.



6-rasm. Ko'z to'r pardasidagi qon tomir tizimlarining fraktal o'lchovini aniqlash

Bu esa insonning ko'z to'r pardasidagi qon tomirlar vaqt o'tishi bilan fraktal o'lchovini o'zgartirib boradi degan xulosaga kelish mumkinligini ko'rsatadi. Biroq fraktal o'lchovning qiymati asl o'lchovga

nisbatan ko'p o'zgarmaydi. Ya'ni tadqiqotlar natijasi shuni ko'rsatadiki, odamning ko'z to'r pardasidagi qon tomirlarning fraktal o'lchovini o'zgarish sohasi $\pm 0,073$ lar orasida farq qildi [9; 29-b].

XULOSA

Fraktal tuzilishli tibbiy tasvirlarning o'lchovlarini prizmalar, kublar va qoplamalarning takomillashtirilgan usullar asosida ishlab chiqilgan algoritmlar yordamida quyidagi natijalar olindi:

inson nafas olish tizimi, ko'z to'r pardasidagi qon-tomir tizimi hamda tana qon-tomir tizimlarining fraktal tuzilishga ega ekanligi ko'rsatildi;

fraktal o'lchovlarni hisoblash usullari asosida inson o'pkasining fraktal o'lchovi tana hajmiga bog'liq emasligi, uni 1.57 – 1.68 oraliqda o'zgarib turishi aniqlandi;

ko'z to'r pardasidagi qon tomir tizimining fraktal o'lchovi insonning yoshiga qarab o'zgarishi va uning qiymati uni 1.7021 – 1.8083 oraliqda o'zgarib turishi aniqlandi.

Mazkur aniqlangan fraktal o'lchovlar prizmalar, qoplamalar usullari yordamida inson organlarining fraktal xususiyatligi aniqlandi va shu usullar asosida bemorlarni tashxislashning algoritmi ishlab chiqildi hamda bemorlarga birlamchi tashxislashlar qo'yishning intellektual axborot tizimi ishlab chiqildi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Мандельброт Б.Б. Фрактальная геометрия природы / Мандельброт Б.Б. – М.: Институт компьютерных исследований, 2010. – 676 с.
2. Anarova Sh.A., Nuraliev F.M. Fraktallar nazariyasi va fraktal grafika // O'quv qo'llanma. Toshkent, 2020. 288 b
3. Anarova Sh.A., Nuraliev F.M., Narzulloev O.M. Fraktallarni qurish va ularni dasturiy ta'minotini yaratish // Axborot kommunikatsiya texnologiyalari va dasturiy ta'minot yaratishda innovatsion g'oyalar. Respublika ilmiy-texnik konferensiyasi. Samarqand 16-17 aprel, 2019. 39-42 b.



4. Zaynidinov H.N., Anarova Sh.A., Jabbarov J.S. Determination of Dimensions of Complex Geometric Objects with Fractal Structure. // 13th International Conference on Intelligent Human Computer Interaction 21-22 December-2021. 437-447 p
5. Zaynidinov H.N., Yusupov I., Juraev J.U., Jabbarov J.S. Applying Two-Dimensional Piecewise-Polynomial Basis for Medical Image Processing. // Volume 9, No.4, July – August 2020 International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering Available Online at <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/1569420205259-5265p>
6. Zaynidinov H.N., Anarova Sh.A., Jabbarov J.S. Fractal dimension and prospects of its application. // Problems of computational and applied mathematics No. 3(33) 2021. 106-115 p.
7. Zaynidinov H.N., Anarova Sh.A., Jabbarov J.S. Determination of Dimensions of Complex Geometric Objects with Fractal Structure. // 13th International Conference on Intelligent Human Computer Interaction 21-22 December-2021. 437-447 p. <https://www.scopus.com/results/authorNamesList.uri?sort=count>
8. Zaynidinov X.N., Anarova A.Sh., Jabbarov J.S. O'xshashlik yordamida geometrik shakllarning fraktal o'lchovlari. // O'zbekiston milliy axborot agentligi – O'zA ilm-fan bo'limi (elektron jurnal) 2021 yil may. 350 b. 317-326 b.
9. Zaynidinov X.N., Anarova A.Sh., Jabbarov J.S. Geometrik ob'ektlarning fraktal o'lchovlari. // Muhammad Al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Muhammad Al-Xorazmiy avlodlari. Ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnal. № 1(19)/03/2022. 204 b. 189-193 b.
10. Zaynidinov X.N., Anarova A.Sh., Jabbarov J.S. Fraktal o'lchov va uning qo'llanilish istiqbollari. // Muhammad Al-Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot texnologiyalari universitetining ilmiy-texnika va axborot-tahliliy jurnali 2(58)2021. 167 b. 99-112 b.
11. Zaynidinov X.N., Anarova A.Sh., Jabbarov J.S. Fraktallar asosida grafik ob'ektlarni yaratish dasturi. // Intellektual agentligi guvohnoma № DGU 11300. 12.04.2020.
12. Jabbarov J.S. Kubik splayn yordamida matematik funksiyalarni interpolatsiyalash xatoliklarini kamaytiruvchi algoritim va dasturiy vositalar. // Innovatsion va zamonaviy axborot texnologiyalarini ta'lim, fan va boshqaruv sohaslarida qo'llash istiqbollari 2020 yil 14-15 may № 5. 200 b. 120-122 b.
13. Jabbarov J.S. Fraktal o'lchov asosida geometrik shakllarning o'lchovlari. // Innovatsion yondoshuvlar asosida milliy talim tizimini takomillashtirish. Halqaro ilmiy-amaliy konferensiya 2021 yil 23 aprel 419 b. 179-182 b.
14. Jabbarov J.S. Inson to'r pardasidagi qon tomir tizimlarining fraktal tuzilishi va fraktal o'lchovi. // Yangi O'zbekistonda islohotlarni amalga oshirishda zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish. Halqaro ilmiy – amaliy konferensiya 2021-yil. 27-29-oktyabr 456 b. 98-101 b.



O'zbek ishora tili harflarini tanib olish algoritmi

E.M.Urinov,

texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD),
"University of management and future technologies" universiteti
Email: u.elmurod1988@gmail.com

M.A.Umarov,

texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD),
"University of management and future technologies" universiteti
muhriddin.umarov@gmail.com

Annotasiya. Ushbu maqolada o'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosi harflarini tanib olish algoritmi yoritilgan bo'lib, qo'yilgan masalani yechish uchun chuqur o'qitishga asoslangan YOLO arxitekturasi beshinchi versiyasidan foydalanilgan. Modelni o'qitish uchun o'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosi harflarini ifodalovchi tasvirlardan tashkil topgan tasvirlar to'plami hosil qilingan. Ishlab chiqilgan model samaradorligini baholash uchun precision, recall, average precision kabi mezonlardan foydalanilgan.

Kalit so'zlar: imo-ishora tili, sun'iy neyron tarmoqlar, YOLO, daktil alifbo, tasvirlar to'plami, baholash mezonlari, obyektlarni aniqlash

Kirish. Imo-ishora tili qo'l va tana harakatlari yordamida sog'lom va eshitishda nuqsoni bor yoki umuman eshitmaydigan (kar-soqov) shaxslar o'rtasidagi muloqot o'rnatishda foydalaniladigan vosita hisoblanadi. Dunyoda muloqotdagi deyarli hamma tilning o'zga xos imo-ishora tili mavjud. Lekin aksariyat insonlar imo-ishora tilini tushunmasligi kar-soqov insonlarning jamiyatda yetarlicha o'z o'rnini topishda katta to'siq ekanini guvohi bo'lish mumkin. Imo-ishora tilini yozuvlar orqali ushbu tilni tushunmaydigan insonlarga samarali tarjima qilib berish zamonaviy tilshunoslikning muhim vazifalaridan biri desak mubolag'a bo'lmaydi. Jadal sur'atlar bilan rivojlanib borayotgan sun'iy intellekt texnologiyalari hamda kompyuter ko'rish algoritmlari imo-ishora tilini real vaqt rejimida matnli yozuvga yoki audio ma'lumotga o'girish imkoniyatini yaratmoqda. Ushbu maqolada O'zbek imo-ishora tili (O'IT) ning daktil alifbosini tanib olishga mo'ljallangan algoritmi yoritilgan. Taklif etilgan algoritmi ishlab chiqishda o'ramli neyron tarmoq (CNN) arxitekturasi asosida qurilgan YOLO (You Only Look Once) obyektlarni aniqlash algoritmidan foydalanilgan.

Masalaning o'rganilganlik darajasi.

Dunyoda 300 dan ortiq turli xil imo-ishora tillari

mavjud va ularning aksariyati to'liq tabiiy tillar sifatida tan olingan. Shuningdek, xalqaro imo-ishora tili (International sign language, ISL) ham mavjud bo'lib, u turli mamlakatlardagi kar va eshitish qobiliyati zaif odamlar tomonidan karlar o'rtasidagi xalqaro tadbirlarda va muloqotda qo'llaniladi [1]. Keng tarqalgan ishora tillari sifatida amerika imo-ishora tili (AIT), xitoy imo-ishora tili (XIT), britaniya imo-ishora tili (BIT), rus imo-ishora tillarini (RIT) keltirish mumkin. O'zbekiston va boshqa sobiq sovet ittifoqi davlatlari hududida RIT ishlatiladi. Dastlabki tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, Qirg'iziston, Tojikiston va O'zbekistonda qo'llaniladigan imo-ishora tili Rossiya Federatsiyasida qo'llaniladigan RITdan unchalik farq qilmaydi. Biroq mahalliy madaniy kontekstdan kelib chiqib, ba'zi farqlanishlar ham kuzatiladi [2]. Misol uchun "D" va "J" harflari rus alifbosidan farqli belgilar bilan ifodalansa, "O", "G", "Q" harflari faqatgina o'zbek tilida ishlatilgani uchun rus daktil alifbosida uchramaydi. Shuningdek, "И", "Б", "Е", "Э", "І" kabi rus daktil alifbosidagi harflar lotin yozuviga asoslangan o'zbek daktil alifbosida mavjud emas. 1-rasmda o'zbek va rus tili daktil alifbosi keltirilgan. Hozirda respublikamizda rus va lotin yozuvidagi daktil alifbolardan foydalanilani

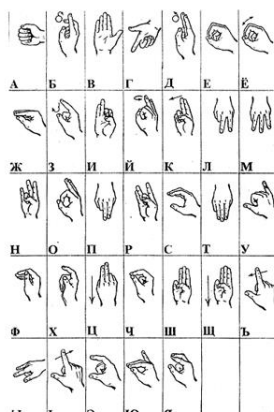


kelinmoqda. "O'zbek imo-ishora tili va brayl alifbosini rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risi"dagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Qarorining 5-bandida 2024-yil 1-yanvarga qadar ilg'or xorijiy tajribaga tayangan holda O'ITning ilmiy asoslarini va uning lotin yozuviga asoslangan daktil alifbosini ishlab chiqish hamda ushbu ishlarga oid ilmiy-tadqiqot loyihalari bo'yicha grantlar ajratish uchun tanlovlar o'tkazilishini tashkillashtirish belgilab o'tilgan.

Yuqorida keltirib o'tilgan qarordan kelib chiqqan holda lotin yozuvidagi daktil alifbosini tanib olishga mo'ljallangan algoritmlar ishlab chiqish maqsad qilingan. O'ITning o'ziga xos murakkabligi shundaki, alifbo harflari lotincha bo'lgani bilan uning belgisi rus daktil alifbosi belgilaridan olingan. Bu esa imo-ishora tilini matnga o'girishda bir qator murakkabliklar keltirib chiqaradi. Ya'ni, videoda tasvirlanayotgan imo-ishora tilidagi xabarni lotin yozuvida matnga o'girish kerak bo'ladi. Agar ushbu xabarni kril yozuvidagi matnga o'girish mumkin bo'lgan ushbu masalaning yechimi bir qadar yengillashishi mumkin bo'lar edi. Chunki bunday holatda avvaldan rus tilida ishlab chiqilgan yechimlardan ham foydalanish imkoni bo'lar edi.



O'zbek imo-ishora tilining lotin yozuvidagi daktil alifbosi



Rus daktil alifbosi

1-rasm. O'zbek va rus daktil alifbosi.

Adabiyotlar tahlil. Hozirda ko'plab rivojlangan davlatlarda ishora tilini tanib olishga mo'ljallangan dasturiy tizimlar ishlab chiqilgan. AQSh, Kanada, Xitoy, Hindiston kabi davlatlarda ushbu masalani yechish bo'yicha ko'plab yutuqlarga

erishilgan. So'ngi yillarda chuqur o'qitishga asoslangan algoritmlar imo-ishora tilini tanib olish aniqligi va tezligini oshirishda muhim vosita sifatida qaralmoqda. Ayniqsa o'ramli neyron tarmoq arxitekturalaridan foydalanish boshqa usullardan samaradorligi bo'yicha ajralib turadi. [3] ishda YOLO modeli arxitekturasi asosida harf va raqamli ma'lumotlarni tanib olishga mo'ljallangan usul taklif etilgan. Mualliflar algoritmlar samaradorligini baholash uchun MU qo'l tasvirlari to'plami va Okkhor Nama tasvirlar to'plamidan foydalangan va mos ravishda 98,9% va 97,6% aniqlikka erishgan. [4] ishda Generativ raqobatlashuvchi neyron tarmoq (GAN-Generative adversarial network) modeli taklif etilgan bo'lib, bunda imo-ishoralarni tanib olish uchun iyerarxik yondashuv ilgari surilgan. Taklif etilgan model davomli ma'lumotlarni tavsiflash uchun ikkita o'ramli qatlamni, kiruvchi ma'lumotlarni siqilgan ko'rinishini ifodalovchi yashirin fazo va uning ma'lumotlarini tanib oluvchi qatlamlarni (HAN – Hierarchical Attention Network) o'z ichiga oladi. Mualliflar algoritmlar samaradorligini baholash uchun CSL (Chinese Sign Language) va SLR (Sign language recognition) tasvirlar bazasidan foydalangan va ikkala to'plam bo'yicha o'rtacha 83% aniqlikka erishgan. [4] maqolada ikkita kiruvchi qatlamli o'ramli neyron tarmoq modeli taklif etilgan bo'lib, bunda modelga kiruvchi ma'lumot sifatida imo-ishora tili belgisi tasvir va qo'lining shu belgini ifodalagan holatdagi maxsus nuqtalari o'qitilgan. Dastlabki ishlov berish bosqichida imo-ishora tasviri ustida kulranga o'tkazish, o'lchamlarini kamaytirish va chegaralarni aniqlash kabi amallar bajarilgan bo'lsa, qo'lining maxsus nuqtalarini aniqlash uchun ushbu nuqtalar joylashgan koordinatalar aniqlanadi. To'liq bog'langan qatlamdan avval ushbu ikki qatlam birlashtiriladi va chiquvchi qatlam sifatida ishora belgisi tasniflanadi. Ushbu usul tasvir modelida 96.24% va maxsus nuqtalar modelida 96.29% aniqlikka erishgan bo'lsa, ikkala usulni birlashtirish orqali 98.98% aniqlikni qayd etgan.

Yuqorida keltirib o'tilgan usul va algoritmlardan tashqari yana ko'plab chuqur o'qitishga asoslangan algoritmlar ishlab chiqilgan bo'lishiga



qaramay o'zbek tili uchun bunday dasturiy usul yoki algoritmi ishlab chiqilmagan.

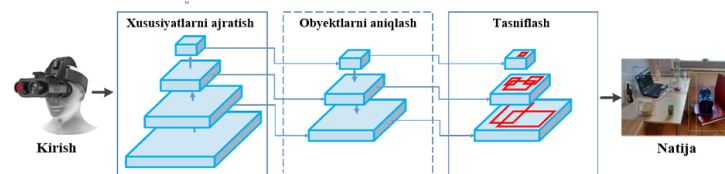
Masalaning qo'yilishi. Ushbu maqolada o'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini tanib olishga mo'ljallangan algoritmi taklif etilgan bo'lib, algoritmi ishlab chiqish uchun transfer-learning (oldindan o'qitilgan CNN model) yondashuvi qo'llanilgan va buning uchun YOLO arxitekturasi tanlab olingan. Modelni o'qitish uchun lotin yozuviga asoslangan o'zbek daktil alifbosi belgilaridan tashkil topgan tasvirlar to'plami hosil qilindi. Hosil qilingan to'plam 464 ta o'quv namunasidan tarkib topgan bo'lib, bunda har bir sinf uchun 16 tadan tasvir ajratilgan.

To'plamga qo'yilgan talablar. Bilamizki, sun'iy neyron tarmoq modellarini ishlab chiqish modelga katta hajmli ma'lumotlar to'plamini o'qitish orqali amalga oshiriladi. O'z navbatida modelni o'qitishga mo'ljallangan to'plamga ham qator talablar qo'yiladi. To'plamda har bir sinfdagi o'quv namunalairini iloji boricha teng taqsimlanishi, bir sinfga tegishli namunalaning yetarlicha ko'p bo'lishi va turli ko'rinishlarda (fon, rakurs, yorqinlik, okklyuziya va boshqa tashqilar) aks etishi, namunalarning bir xil hajmda bo'lishi kabilar shular jumlasidan. Dunyo tajribasidan ma'lumki, imo-ishora tilini tanib olishdagi dastlabki qadam – shu til alifbosidagi belgilarni tanib olishga mo'ljallangan algoritmi ishlab chiqish hisoblanadi. So'zlashuvdagi har bir tilning boshqa tillardan farq qiluvchi harflari va xususiyatlari bo'lgani kabi bir xil harflari va shunga muvofiq imo-ishora belgilari ham mavjud. Misol uchun lotin yozuviga asoslangan o'zbek daktil alifbosida ham ingliz tilidagi harflar bilan bir xil va farq qiluvchi harflarni ham uchratish mumkin.

Taklif etilayotgan model

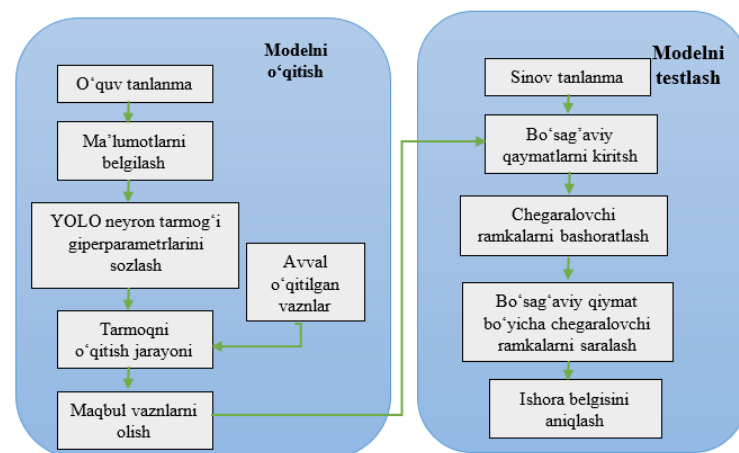
O'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini tanib olish modelini qurish uchun YOLO arxitekturasi tanlab olindi. Ushbu arxitekturani ishlash jarayoni uch bosqichni o'z ichiga oladi (2-rasm). Birinchi bosqichda manbaadan kelayotgan kiruvchi tasvirning xarakterli xususiyatlari ajratib olinadi. Shuningdek, CNN modeli orqali turli masshtablarda ierarxik xususiyatlarni to'plash uchun bir qator konvolyutsiya va birlashtirish

operatsiyalarini bajaradi. Ikkinchi bosqichda avvalgi bosqichda ajratib olingan xususiyatlardan kelib chiqib, ma'lum bir obyekt tavsiflanadi. Uchinchi bosqichda aniqlangan obyektning qaysi sinfga tegishli ekanligi tasniflanadi. Bizning misolimizda ushbu bosqichda aniqlangan obyektlar imo-ishora tilidagi qanday belgini ifodalashi tasniflanadi.



2-rasm. YOLO arxitekturasi.

Taklif etilayotgan o'zbek imo-ishora tili harflarini tanib olish algoritmi tuzilmasi 3-rasmida keltirilgan. Modelga ma'lumotlarni o'qitish uchun lotin yozuviga asoslangan o'zbek daktil alifbosi tasvirlaridan iborat tasvirlar to'plami hosil qilindi. Hosil qilingan to'plamda ma'lumotlar 29 sinfga bo'lingan bo'lib, bu sinflar alifbodagi 29 harfni anglatadi. To'plamda har bir sinfga o'qitish uchun 13 tadan, testlash uchun 3 tadan namuna ajratilgan.



3-rasm. O'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini tanib olish algoritmi tuzilmasi.

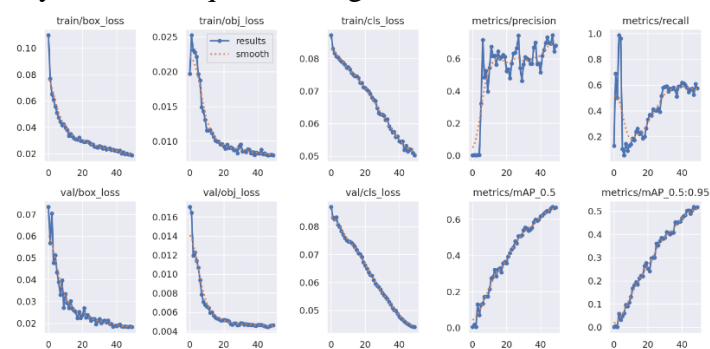
Tajribaviy tadqiq qilish. YOLO arxitekturasi asosida ishlab chiqilgan modelni o'qitish uchun maxsus ishlab chiqilgan O'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini (O'ITDA) tasvirlar to'plamidan foydalanilgan va o'zbek daktil alifbosi tasvirlarining annotatsiyalari kvadrat ramkalar bilan chegaralangan (4-rasm).





4-rasm. O'zbek daktil alifbosini belgilash.

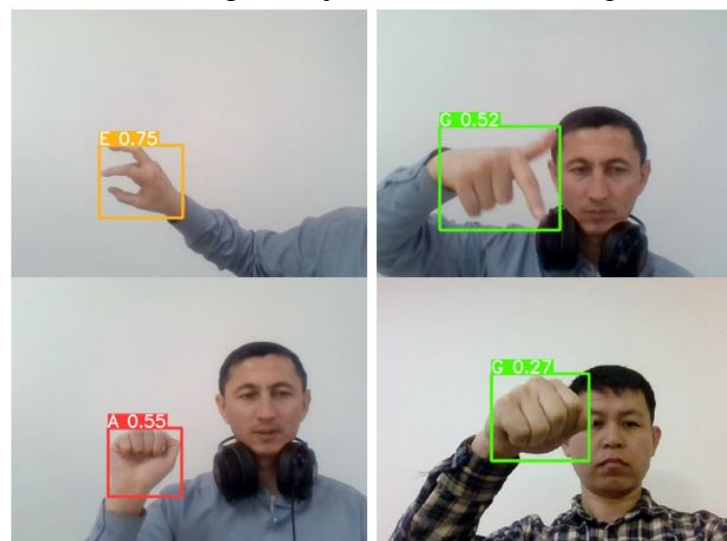
Ushbu to'planning har birida 16 tadan tasvir bo'lgan kichik to'plamlarga bo'linib ketma-ket o'qitilgan. Shu tartibda butun to'plam 50 marta takroran o'qitildi. Epoxalar (to'plamni to'liq o'qitish va testlash jarayoni) sonini ortib borishi bilan o'qitish va sinov bosqichidagi xatolik va aniqlikni o'zgarib borish grafigi 5-rasmda tasvirlangan. Bu yerda *train/box_loss* – o'qitish bosqichidagi belgilarni aniqlash xatoligi, *val/box_loss* – sinov bosqichdagi belgilarni aniqlash xatoligi, *train/obj_loss* – o'qitish bosqichdagi obyektlarni aniqlash xatoligi, *val/obj_loss* – sinov bosqichdagi obyektlarni aniqlash xatoligi, *train/cls_loss* – o'qitish bosqichdagi obyektlarni tasniflash xatoligi, *val/obj_cls* – sinov bosqichdagi obyektlarni aniqlash xatoligi.



5-rasm. Epoxalar ortib borishining model samaradorligiga ta'siri.

Model samaradorligini baholash uchun *precision*, *recall* va *average precision* mezonlaridan foydalanildi [5]. Tarmoq stoxastik gradiyent tushish

(SGD) orqaga siljish usuli orqali optimallashtirilgan va maksimal iteratsiya 5×10^2 kabi o'rnatilgan. Tajribalar 3.2 GHz chastotali protsessor va RTX 3050 videokartali kompyuterda bajarilgan. Taklif etilayotgan algoritm asosida ishlab chiqilgan dasturiy ta'minotdan olingan natijalar 6-rasmda keltirilgan.



6-rasm. O'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini tanib oluvchi dasturiy vositadan olingan natijasi.

Xulosa. Ushbu maqolada o'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini tanib olish algoritmi taklif etilgan bo'lib, qo'yilgan masalani yechish uchun hozirgi kunda obyektlarni real vaqt rejimida tanib olish masalalarida keng qo'llanilayotgan YOLO arxitekturasining beshinchi versiyasidan foydalanildi. Modelni o'qitish uchun o'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini ifodalovchi belgilardan iborat tasvirlar to'plami hosil qilindi. Taklif etilgan model asosida O'zbek imo-ishora tilining daktil alifbosini tanib oluvchi dasturiy vosita ishlab chiqildi. Maqolada yoritilgan algoritm hamda u asosida ishlab chiqilgan dasturiy vosita o'zbek ishora tili so'zlarini matnga o'tkazish hamda ushbu matndan nutq signallarini sintezlash masalalarini yechish uchun dastlabki qadam vazifasini bajaradi.

Adabiyotlar

1. Hossain, Mir & Govindaiah, Arun & Sultana, Sadia & Bhuiyan, Alauddin. (2018). Bengali Sign Language Recognition Using Deep



- Convolutional Neural Network. 369-373.
10.1109/ICIEV.2018.8640962.
2. <https://www.gazeta.uz/oz/2020/09/24/sign-language/>
 3. Nehal F. Attia, Mohamed T. Faheem Said Ahmed, Mahmoud A.M. Alshewimy. Efficient deep learning models based on tension techniques for sign language recognition, Intelligent Systems with Applications. Volume 20. 2023: 200284, ISSN 2667-3053, <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2023.200284>.
 4. Pathan RK, Biswas M, Yasmin S, Khandaker MU, Salman M, Youssef AAF. Sign language recognition using the fusion of image and hand landmarks through multi-headed convolutional neural network. Sci Rep. 2023 Oct 9;13(1):16975. doi: 10.1038/s41598-023-43852-x. PMID: 37813932; PMCID: PMC10562485.
 5. Zhang, E., Zhang, Y. (2009). Average Precision. In: LIU, L., ÖZSU, M.T. (eds) Encyclopedia of Database Systems. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-0-387-39940-9_482.



UDC:62.21474

MATHEMATICAL MODEL OF CALCULATION OF THE TEMPERATURE IN THE CONTACT ZONE OF INTERACTION BETWEEN THE SHUTTLE SOCKET AND THE BOBBIN OF SEWING MACHINES

Kengboev Sirojiddin Abray ugli,

Senior lecturer at the Shakhrisabz branch of the
Tashkent Institute of Chemical Technology.
sirojmagistrstudent@gmail.com

Abstract. The article covers the issues of increasing the level of hardness and wear resistance, reducing the level of friction resulting from sliding, or some shuttle components may have an external coating simply for the purpose of protecting against rust. The use of one or another type of coating depends on the choice of the shuttle manufacturer; in particular, hard chrome plating has been used for many years on all shuttle devices, not just on the shuttles of high-speed sewing machines. Calculations determining the effectiveness of introducing antifriction coatings on the surfaces of contacting parts have been done, in particular, tribological couplings of the shuttle socket with a bobbin have been studied in detail, which leads to an improvement in the temperature conditions of operation in the contact zone and, as a consequence, to a reduction in wear of the surfaces of contacting parts and an increase in the durability of tribological couplings.

Keywords: temperature, slip, chrome plating, high-speed sewing machine, contract parts, durability, semi-finished products, heat treatment.

Introduction. In order to produce different shuttle components different types of steel are used. The requirements for the steel used are determined at the designing stage, and its choice is directly related to the corporate quality strategy. Harder types of steel will produce a more wear-resistant shuttle, but will result in a lower level of product machinability, which will negatively impact production costs. Because of extensive experience and the desire to always provide clients with only the highest quality shuttles, only the highest quality shuttles, differentiated steel selection depending on the shuttle components, even going as far as using very hard bearing steel types to produce components subject to maximum load. Where other shuttle manufacturers have opted for synthetic materials (polymers) for the production of various parts of the shuttle (shuttles for home sewing machines) or only for bobbin holders (shuttles for sewing machines that do not require lubrication), more expensive solutions made of steel with a special coating, thereby guaranteeing a longer service life for their products have been settled on.

Higher quality products, resulting from the use of more refined raw materials, the processing of which produces steel with a more homogeneous structure and the absence of stress, are much more expensive, but are considered more reliable and wear-resistant. In order to guarantee the maximum quality of the raw materials used, only the best European steel foundries source steel, always accompanied by certification of casting, chemical and metallographic analysis, surface and internal analysis using ultrasound and induced flows has been used.

After processing the steel by removing chips through turning, milling, through-hole cutting, internal threading, polishing and grinding, the semi-finished shuttles are heat treated to achieve the required level of hardness and final structure of the product. For the life of the shuttle, a huge role is played by both the hardness and structure of the surface (guarantee of wear resistance), the depth of carburization (i.e., the thickness of the top layer: the harder it is, the longer the shuttle will last), and the hardness of the core (which, in order to avoid fragility of the shuttle, must be less than surface hardness). This type of processing is very



delicate, so to ensure the best final results and a high level of repeatability requires extensive experience and expensive equipment, leaving nothing to chance, therefore cooperation for many years is set with the best suppliers in the field of heat treatment - those who process machine components from the aerospace industry and Formula 1, where Italy has no equal.

In order to increase the level of hardness and wear resistance, reduce the level of friction resulting from sliding, or simply to protect against rust, some shuttle components may have an external coating. The use of one or another type of coating depends on the choice of the shuttle manufacturer; in particular, hard chrome plating has been used for many years on all shuttle devices, and not just on the shuttles of high-speed sewing machines. In addition, obtaining a high-quality coating that provides the best technical performance of the shuttle requires knowledge of high technology and extensive experience. Hard chrome plating, in which considerable capital has been invested, is carried out today in the Company's production premises. Many years of research and comparative analysis have allowed strengthening cooperation with the best suppliers of coatings, in particular special coatings. Many shuttle manufacturers claim that they use certain types of coatings for their products, however, as they say in Italy, "all that glitters is not gold." The technology behind a quality coating, as well as the technology behind a quality shuttle.

These two aspects help determine the coefficient of friction between the components of the shuttle in motion (specifically, between the bobbin case holder and the shuttle body). The lower the friction, the less wear and longer the life of the shuttle. These characteristics when processing a shuttle can only be achieved through the use of high technology and the availability of expensive high-precision equipment, and this requires extensive experience and considerable investment. In order to achieve a high level of automation and maximum precision, the company itself develops and produces such equipment for the production of shuttles.

Theoretical Basis. The development of measures to increase the durability of tribological

couplings is a very urgent task. Therefore, much attention is paid to the engineering of the surfaces of elements of tribological couplings, in particular when using antifriction coatings [1].

There are various ways to select materials for tribological couplings for newly designed machines: they use analogue data, information on wear resistance, strength, hardness, etc. But, as a rule, these data may not be reliable and do not take into account the requirements for operating modes. As an integral indicator when choosing a material or coating, it is advisable to use the flash point on the contacting surfaces of tribological interfaces. As a result, an urgent task is to create a model for theoretical calculation of the flash point on surfaces in contact with coatings. The solution to this problem allows analyzing the influence of the main design parameters and material characteristics on the flash point and, on this basis, already at the design development stage, select the necessary coating materials and select optimal operating modes for the contacting structural elements.

An analysis of the results of studies carried out for frictional contact [2] shows that the value of the flash point significantly depends on the thermophysical characteristics of the materials of the contacting surfaces, the relative sliding speed and the actual pressure at the contact area. In addition, the value of the flash point also depends on the elastic physical constants of the material, which significantly determine the amount of deformation in the zone of the actual contact area.

In engineering practice, the formulas of H. Blok and A.V. Chichinadze are often used to calculate the flash point [3,4]. However, these formulas do not consider the presence of antifriction coatings on the surfaces of tribological interfaces.

A model for calculating the flash point on surfaces in contact with coatings is given in the article. Since the contact zone is quite small, the following hypotheses are accepted:

- the amount of heat generated in the contact zone due to friction is transferred to the contacting bodies with almost no losses;



- the contacting bodies are semi-infinite solids, i.e., the dimensions of the actual contact area are small compared to the radii of curvature of the contacting elements;

- for a moving source, the heat flow at the contact area is considered as one-dimensional, propagating normal to the contacting surfaces;

- thermophysical quantities for materials of contacting bodies are constant in the temperature range under study.

The calculation model is shown in Fig. 1, where 1 is the coating layer; 2 is the main material. Here I_h is the thickness of the coating layer; x, y is coordinate system; λ_1, λ_2 are the thermal conductivity coefficients of the coating material and the base material, respectively; k_1, k_2 are the thermal diffusivity coefficients in the coating layer and the base material. Since the coating is thin, the layer of base material is considered quite thick. For the region under consideration, the solution to the heat equation [5] after using operational calculus methods is written in the form:

$$d\theta = \frac{dq * k_1}{2\lambda_1 \sqrt{\pi k_1 t}} - \frac{dq * k_1}{2\lambda_1 \sqrt{\pi k_1 t}} \sum_{n=1}^{\infty} a^n \exp \left\{ -\frac{(nl_h)^2}{k_1 t} \right\} + \frac{3dq * k_1 a}{2\lambda_1 \sqrt{\pi k_1 t}} \sum_{n=1}^{\infty} a^n \exp \left\{ -\frac{(n+1)l_h^2}{k_1 t} \right\}, \quad (1)$$

where $d\theta$ is the increment in flash point on the surface; $a = \frac{1-\omega}{1+\omega}$, $\omega = \frac{\lambda_2 \sqrt{k_1}}{\lambda_1 \sqrt{k_2}}$ are dimensionless parameters; dq is the increment in the intensity of the heat flow moving along the surface of the layer $x = 0$ (Fig. 1); t is time.

In [6] it is shown that since the heat caused by friction is proportional to the magnitude of the contact load and the friction coefficient, the heat flow distribution region is elliptical and can be represented as two parabolas. In this case, the heat flow intensity can be described by the following expression:

$$q = q_0 \left[1 - \frac{(\varepsilon V - l_0)^2}{l_0^2} \right], \quad (2)$$

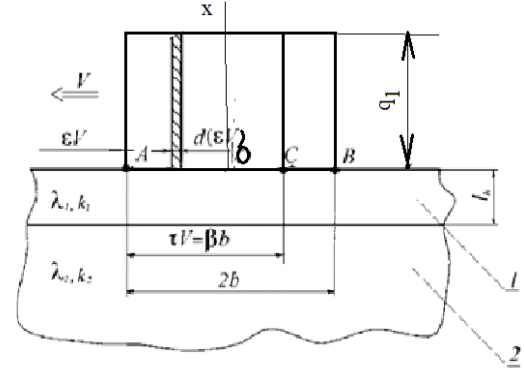


Fig. 1. Model for calculating the flash point value

where q_0 is the maximum value of heat flow; l_0 is half the width of the contact pad; V is the speed of relative sliding of the heat source in the contact zone; $t = \tau - \varepsilon$ is the time of passage of the contact zone; ε is the time of passage of part of the contact area; $\beta = \frac{\tau V}{l_0}$ is a dimensionless parameter.

Using expression (2) and performing integration in equation (1), we obtain the following expression for determining the surface flash temperature Θ at an arbitrary point of the contact pad C.

$$\Theta = \frac{k_1 q_1}{2\lambda_1 \sqrt{\pi k_1}} \left\{ \int_0^\tau \left[1 - \frac{(\varepsilon V - l_0)^2}{l_0^2} \right] * \frac{d\varepsilon}{\sqrt{\tau - \varepsilon}} + \sum_{n=0}^{\infty} a^n \int_0^\tau \left[1 - \frac{(\varepsilon V - l_0)^2}{l_0^2} \right] * \frac{1}{\sqrt{\tau - \varepsilon}} * \exp \left[-\frac{(nl_h)^2}{k_1(\tau - \varepsilon)} \right] d\varepsilon + 3a \sum_{n=0}^{\infty} a^n \int_0^\tau \left[1 - \frac{(\varepsilon V - l_0)^2}{l_0^2} \right] * \frac{1}{\sqrt{\tau - \varepsilon}} * \exp \left[-\frac{(n+1)^2 l_h^2}{k_1(\tau - \varepsilon)} \right] d\varepsilon \right\} \quad (3)$$

In order to generalize the calculation results, we introduce a dimensionless expression for the flash temperature T :

$$T = \frac{\pi \lambda_1 V}{2k_1 q_0} * \Theta \quad (4)$$

Carrying out integration in (3) taking into account (4), we obtain the following equation for determining the dimensionless characteristic of the flash point:

$$T = \sqrt{\frac{1}{2} \pi L \beta} \left[\frac{4}{15} \beta (5 - 2\beta) 4\beta \left(\frac{1}{3} - \frac{2}{15} \beta \right) \sum_{n=0}^{\infty} a^n \exp \left(-2n^2 h^2 \frac{L}{\beta} \right) + 4 \left(\frac{2}{3} - \frac{3}{5} \beta \right) L h^2 \sum_{n=0}^{\infty} a^2 n^2 \exp \left(-2n^2 h^2 \frac{L}{\beta} \right) - \frac{16}{15} L^2 h^4 \sum_{n=0}^{\infty} a^n \exp \left(-2n^2 h^2 \frac{L}{\beta} \right) - \right]$$



$$\frac{\sqrt{\pi}}{2} \sum_{n=0}^{\infty} a^n \operatorname{erfc} \left(nh \sqrt{\frac{2L}{\beta}} \right) \left\{ nh \sqrt{\frac{2L}{\beta}} 2\beta(2-\beta) + \frac{8}{3} n^3 h^3 (2L)^{\frac{3}{2}} * \frac{1}{\sqrt{\beta}} (1-\beta) - \frac{8}{15} n^5 h^5 (2L)^{\frac{5}{2}} * \frac{1}{\sqrt{\beta}} \right\} 12\beta \left(\frac{1}{3} - \frac{2}{15} \beta \right) \sum_{n=0}^{\infty} a^{n+1} \exp \left(-2(n+1)^2 h^2 \frac{L}{\beta} \right) 12 \left(\frac{2}{3} \beta \right) L h^2 \sum_{n=0}^{\infty} a^{n+1} (n+1)^2 \exp \left(-2(n+1)^2 h^2 - \frac{1}{\sqrt{\beta}} \right) \frac{16}{5} L^2 h^4 \sum_{n=0}^{\infty} a^{n+1} (n+1)^4 \exp \left(-2(n+1)^2 h^2 \frac{L}{\beta} \right) - \frac{3}{2} \sqrt{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} a^{n+1} \operatorname{erfc} \left((n+1) h \sqrt{\frac{2L}{\beta}} \right) \left\{ 2(n+1) h \sqrt{\frac{2L}{\beta}} \beta(2-\beta) + \frac{8}{3} (n+1)^3 h^3 (2L)^{\frac{3}{2}} \frac{1}{\sqrt{\beta}} (1-\beta) - \frac{8}{15} (n+1)^5 h^5 (2L)^{\frac{5}{2}} \frac{1}{\sqrt{\beta}} \right\} \quad (5)$$

where $\operatorname{erfc}(x) = 1 - \operatorname{erf}(x)$, $a \operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x \exp(-\xi^2) d\xi$ is the error function of the parameter x .

The following dimensionless parameters are introduced in (5):

$L = \frac{Vl_o}{2k_1}$ is a dimensionless sliding speed in the contact zone of bodies;

$\beta = \frac{\tau V}{l_o}$ is a dimensionless coordinate that determines the position of an arbitrary point C on the contact area and a dimensionless coordinate that determines the position of an arbitrary point C on the contact area (see Fig. 1). Point A corresponds to $\beta = 0$, point O corresponds to $\beta = 1$, $\beta = 2$, $h = \frac{l_h}{l_o}$ 2; $h = I_h / l_o$ is relative thickness of the surface layer.

Results and Discussion. The scheme of contact of a gear transmission with coatings of thickness I_{hj} is considered as an example of tribological coupling. In the most general case, we consider that the surface layers and the main material of the contacting bodies have different thermophysical characteristics λ_{kj} and k_{kj} , where $kj = 1, 2$ are indices corresponding to the designation of the layer number and the number of the contacting bodies, respectively.

Using relations (4; 5), we obtain the following expression for the flash temperature on the surface of the j^{th} body:

$$\Theta_j = \frac{2k_{1j} * q_o}{\pi \lambda_{1j} V_j} * T_j \quad (6)$$

Using relations (4; 5), we obtain the following expression for the flash temperature on the surface of the j^{th} body:

where T_j is determined from equation (5) by substituting $\lambda_1 = \lambda_{1j}$; $k_1 = k_{1j}$; and $\lambda_2 = \lambda_2$;

$$k_2 = k_{2j}.$$

If we assume that the temperature of the surfaces of the contacting bodies is the same, and the amount of heat released at the contact area is determined by the heat transfer coefficients (ψ to the first body and $1 - \psi$ to the second body), then we obtain the following expression for the flash temperature at the contact area:

$$\Theta = \psi \frac{2k_{11} * q_o}{\pi \lambda_{11} V_1} * T_1 \quad (7)$$

The heat transfer coefficient is determined by the expression:

$$\psi = \frac{k_{12} \lambda_{11} T_2 V_1}{k_{12} \lambda_{12} T_1 V_2 + k_{12} \lambda_{11} T_2 V_1} \quad (8)$$

The heat transfer coefficient is determined by the expression:

The maximum value of the intensity of the heat flux released at the contact area is calculated by the formula:

$$q_o = \frac{3}{4l_o} \delta f P_L (V_1 - V_2), \quad (9)$$

The heat transfer coefficient is determined by the expression:

where f is the friction coefficient, P_L is the running load, δ is the coefficient of the considered load, the value of which depends on the geometry of the contacting surfaces and the operating features of the structure in the contact zone.

The dependences of the flash point on the main parameters of tribological coupling are nonlinear. From the analysis of relation (5) it follows that at $\omega = 1$ the maximum flash point is achieved at $\beta = 1,5$. The main interest is in cases where $\omega < 1$, i.e., surface layers of contacting bodies have improved thermal properties. In this case, the maximum value of the flash temperature T_{max} corresponds to the condition $1,5 < \beta < 2$ the value T_{max} itself shifts towards the rear boundary of the heat source as the parameter ω decreases. This corresponds to the fact that with an increase in thermal conductivity in the surface layers λ_1 , the maximum value of the flash temperature T_{max} is achieved at points C of the contact pad (Fig. 1), which are shifted to the rear zone of the heat flow front,



which is a consequence of the thermal "inertia" of the system.

The results of calculating the flash point in the contact zone in the presence of coatings made of various materials are shown in Fig. 2, where the concept of coating efficiency coefficient is introduced, which is defined as:

$$K_c = \frac{\max\theta}{\max\theta_o}, \quad (10)$$

Here $\max\theta$, $\max\theta_o$ are the maximum flash point values for contacting surfaces with and without coating, respectively. This coefficient characterizes the decrease in flash point ($K_c < 1$) or its increase ($K_c > 1$) in the contact zone (in calculations: $K_c = 1$ for shuttle steel) in the presence of a coating.

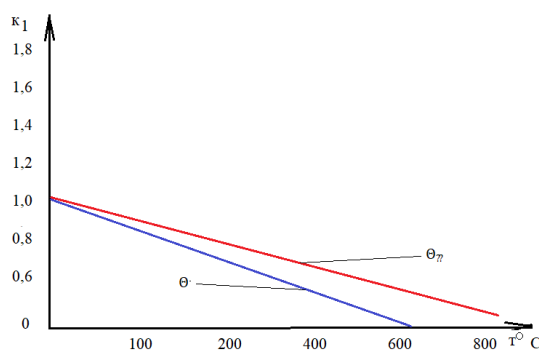


Fig. 2. Dependence of the flash point on the efficiency coefficient of coating the shuttle socket with the bobbin of a sewing machine. $\max\theta$ is flash point of a needle with coating; $\max\theta_o$ is flash point of a needle without coating

Conclusion. The results obtained show that the use of copper coating is effective from the point of view of reducing the flash point in the contact zone. The consequence of a decrease in the flash point is a decrease in volume and surface temperatures, which has a positive effect on lubrication conditions and, as a consequence, on increasing the wear resistance of the shuttle mechanism of sewing machines. The calculations carried out confirm the high efficiency of introducing antifriction coatings on the surfaces of contacting parts of tribological interfaces to reduce the flash point. This leads to an improvement in the operating temperature in the contact zone and, as a consequence, to a decrease in wear on the surfaces of

contacting parts and an increase in the durability of the shuttle with a bobbin during tribological coupling.

REFERENCES

1. Engineering of surfaces of machine parts. Appendix No. 3 to the engineering journal "Reference book" // Under the general edition by A.G. Suslov -M.: Mashinostroenie, 2007, No. 3, p. 24.
2. Drozdov Yu.N., Pavlov V.G., Puchkov V.N. Friction and wear under extreme conditions. - M.: Mashinostroenie, 1986, -224 p.
3. Blok, H., Theoretical Study of Temperature Rise at Surfaces of Actual Contact Under Oiliness Lubricating Conditions // Proc. of Gen. Discussion Lubrication and Lubricants, Instn. Mech. Engrs., Vol. 2, 1937. – pp. 222-235.
4. Fundamentals of tribology / Under the general edition by A.V. Chichinadze. -M.: Mashinostroenie, 2001. –664 p.
5. Terauchi Y., Nadano H. Studies on Scoring of Spur Gears. Bullen of the JSME, v. 22, N 164, February, 1979, pp. 226-233.
6. Terauchi Y., Nadano H., Kokno M. Scoring Resistance of Corper-Gear. Bulleten of the JSME, v. 27, n. 232, October, 1984, pp. 2287-2294.
7. N.M. Safarov, (PhD) A.T. Majidov, I.M. Mirsultanov. Calculation of change of stock moisture content of the drying agent in the process of drying raw cotton in solar drying equipment. Participated in the III International scientific conference on metrological support of innovative technologies (ICMSIT-III-2022) on March 3-6, / St. Petersburg-Krasnoyarsk. Russia.
8. Akbar Abrorov, Nazirjon Safarov, Mathematical model of hardening the disk-shaped saw teeth with laser beams. Participated in the II International scientific conference on "ASEDU-II 2021: Advances in Science, Engineering Digital Education" on October 28, 2022 / Krasnoyarsk. Russia.



ZARAFSHON DARYO TARMOG'INI GEOMETIRIK MODELLASHTIRISH

Anarova Sh.A.,

Muhammad al-Xorazmiy Nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti,
Toshkent, O'zbekiston.
shakhzodaanarova@gmail.com

Saidkulov E.A.,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti Samarqand filiali,
Samarqand, O'zbekiston.
elyorsamtiut9977@gmail.com

Xaqberdiyev S.N.,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti Samarqand filiali,
Samarqand, O'zbekiston.
khakberdiyevsulton@gmail.com

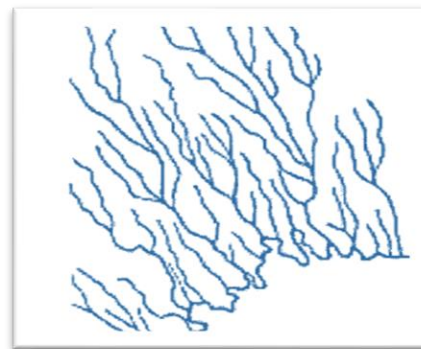
Annotatsiya. Turli chegara hududlarini fraktal o'lchov bilan tavsiflanishi mumkin. Biroq tasvir ma'lumotlari cheklangan bo'lsa, yuzaning fraktal o'lchovlarini muntazam ravishda hisoblash birmuncha murakkab. Ammo yuzaning o'lchovi ba'zan taqriban hisoblanadi. L-sistemalar yoki Lindenmayer sistemalari yordamida tabiiy shakllarning modelini qurish mumkin. Shu nuqtai nazardan Zarafshon daryo tarmog'larining murakkab strukturalarni oddiy qoidalarga asoslanib yaratish imkonini beradi. Buni daryo tarmoqlari yoki suv yo'llarini modellashtirishda ham qo'llanilish mumkin.

Kalit so'zlar: fraktal, fraktal o'lchov, geometrik o'lchov, masshtablangan xarita, L-sistemalari usui, Daryo tarmog'i geometrik tuzilishi.

KIRISH. Daryo tarmoqlarini L-sistemalari yordamida qurish algoritmlari, tabiiy daryo tarmoqlarining fraktal xususiyatlarini tadqiq qilish va shu ma'lumotlar asosida C++ tilida yozilgan oddiy L-sistema asosidagi daryo tarmog'ini qurish algoritmini ishlab chiqildi. Bu algoritm, daryo tarmog'ining asosiy yo'nalishini va uning bo'linmalari (tarmoqlari)ni generatsiya qilish uchun ishlatilishi mumkin. Algoritmida, har bir belgi (masalan, 'F' - oldinga harakat, '+' - o'ngga burilish, '-' - chapga burilish) ma'lum bir harakatni anglatadi va shu qoidalarga asoslanib daryo tarmog'i hosil bo'ladi [1].

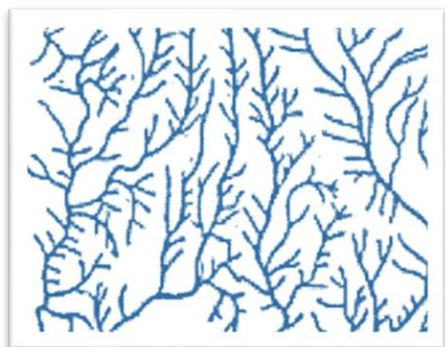
ASOSIY QISM. Daryo o'zani – hududda joylashgan barcha daryolar yig'indisi; gidrografik tarmoqning bir qismi. Daryo o'zaninig tarmoqlangan shaklining chizmasi bir qator oddiy egiri chiziqlar

yig'indisidan iborat. Har qanday hududda takrorlanadigan daryo o'zanining turlari bir hil chizmalar hosil qiladi. Daryo tarmog'i geometrik tuzilishiga ko'ra quydagi turlarga bo'linadi [3]: yelpazesimon, ildizli, parallel, panjarali, daraxt shoxlari, labirintsimon [2] (1-rasm).

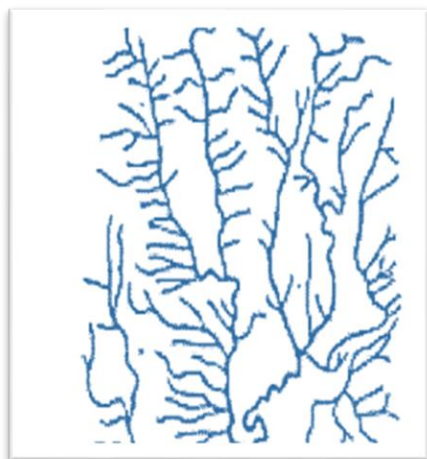


a) Parallel

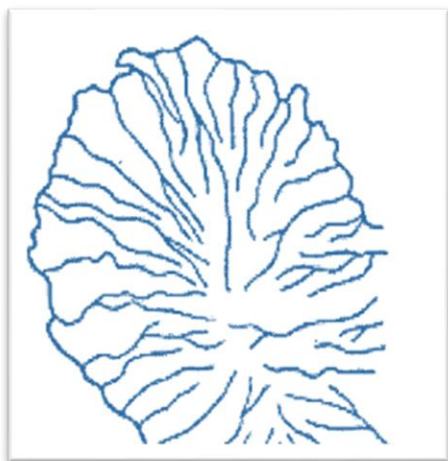




b) Panjarali



s) Ildizli



d) Yalpizli



e) Labrintli



f) Daraxt shoxlari kabi

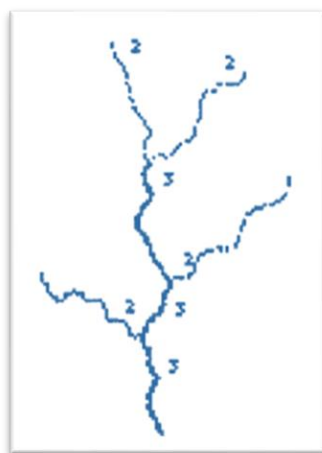
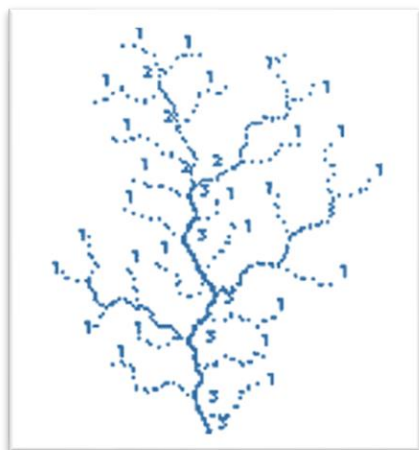
1-rasm. Daryo tarmog'i geometrik tuzilishiga ko'ra quyidagi turlarga bo'linadi

Ilmiy tadqiqotlardan ma'lumki, ko'pgina tabiiy daryo tarmoqlari daraxtga o'xshash chizmalar bilan tavsiflanadi. Daryolar suv quyilishiga ko'ra ikki turga bo'linadi ya'ni, okean va kontinent daryolari. Okean – bunday daryolar suvini okean yoki dengizlarga tutash bo'lib suvini shularga quyadi. Kontinent daryolar - berk havzalardagi dengizlar yoki ko'llarga quyiladi. Masalan, Amudaryo, sirdaryo, va boshqalar [4]. Ayrim hollarda kontinent daryolari suv havzalarigacha, hatto, bosh daryogacha ham yetib bormasligi mumkin. Masalan, Zarafshon daryosi, Qashqadaryo va boshqalar. Zarafshon daryo tarmog'i geometirik tuzilishiga ko'ra daraxt shoxlari kabi bo'lib, Shu sababli tadqiqot ishida zarafshon daryo tizmining farktal o'lchovini aniqlash va bu asosida daryo tarmoqlarining o'zgarish sohasini aniqlash tadqiq qilindi (1-rasm). Umuman olganda qaysi oqim asosiy daryo va qaysi irmoq ekanligini aniqlash uchun oxirgi shoxdan yuqoriga qarab quyidagi qoidalar qo'llaniladi [5]:

1) ikkita oqimning qo'shilishidan boshlanib, asosiy daryo qo'shilishdan pastda oqadigan yo'nalish bo'yicha yuqoriga qarab davom etadigan va asosiy daryoga katta burchak ostida ulanadigan daryoga irmoq nomi berilishi kerak.

2) agar ikkita oqim asosiy daryoga taxminan bir xil burchak ostida quyilsa, qisqaroq oqim odatda quyi tartibli oqim hisoblanadi.





2-rasm. Uch xil tartibli daryo tarmog'ining ko'rinishi

Daryo tarmog'ining tuzilishini belgilovchi eng muhim xususiyatlari quyidagilardir []:

- daryo va irmoqlarining tez oqishi, uzunligi va soni;
- daryo tarmog'ining zichligi;

- daryo tarmoqlarining burilish burchagi va tarqalishi;

- daryo tarmoqlarining ko'l tarkibi;

Bundan tashqari daryo tarmog'ini farktal tahlil qilinsa ularning eng muhim geometrik belgilari [6]:

- daryo havzasi maydoni;

- suv havzasi chizig'ining o'sish koeffitsienti;

- hovuzning assimetriya koeffitsienti;

- hovuzning o'rtacha balandligi, kabi parametrlar farktal hususiyatli daryo o'zanlarining farktal o'lchovlarini aniqlashda muhim o'rin egallaydi.

Daryo tarmog'ining o'sish darajasining eng oddiy va eng qulay tavsifi daryo tarmog'ining zichligi hisoblanadi. Daryo tarmog'ining zichligi odatda havzadagi barcha yer usti suv oqimlarining umumiy uzunligining ushbu havzaning maydoniga nisbati sifatida aniqlanadi, ya'ni

$$S_d = \frac{\sum L}{A}, \quad (1)$$

Bu yerda S_d - daryo tarmog'ining zichligini, $\sum L$ - daryo tarmoqlari uzunligi yig'indisini, A - havzaning maydonini (kv.km yoki xarita masshtabida kv.sm) bildiradi.

Zichlik qiymatlariga muvofiq daryo tarmoqlarining quyidagi turlarini ajratish mumkin (1.1-jadval). 1.1-jadvalda keltirilgan daryolar tarmog'i zichligining qiymatlari, agar ular turli masshtabdagi xaritalardan yoki bir xil darajasidagi tadqiqotlar natijasidan olingan bo'lsa, alohida hududlar uchun bir-biri bilan taqqoslanadi. Daryo tarmog'ining zichligi qo'shni suv oqimlari orasidagi o'rtacha masofani tavsiflaydi. Yomg'irning ko'payishi va o'tkazuvchan jinslarning kamligi bilan ajralib turadigan tog'li hududlarda daryolar tarmog'ining zichligi odatda pasttekisliklarga qaraganda kattaroqdir [7].



1-jadval. Daryo tarmoqlarining zichligi bo'yicha taqqoslash

№	Daryo tarmoqlarining zichligi	Tarmoqlarining zichlik koeffitsientlari (km/km ² da)
1	zichligi juda kam	0,10 dan kam
2	zichligi kam	0,10 dan 0,20 gacha
3	zichligi o'rtacha	0,20 dan 0,40 gacha
4	zich	0,40 dan 0,70 gacha
5	juda zich	0,70 dan ko'p

O'rmonli hududlarda aksincha, daraxtsiz joylarga nisbatan daryo tarmog'ining zichligi pastroq. Bu suv filtrlash uchun qulay sharoitlar va bug'lanishning kuchayishi bilan bog'liq. Umuman olganda daryolar tarmog'ining zichligi hududning geologik tuzilishi va iqlim sharoitiga bog'liq bo'lgan ko'plab omillar bilan belgilanadi [8].

Oqim chastotasi F_s - maydon birligiga oqadigan daryolar soni:

$$F_s = \frac{N}{A}, \quad (2)$$

bu yerda N - suv yig'ish maydonidagi oqimlarning umumiy soni, A - suv yig'ish maydoni (km² yoki xarita masshtabida sm²).

Katta va kichik suv havzalari uchun daryo tarmog'ining zichligi va oqim chastotasi qiymatlarini to'g'ridan-to'g'ri taqqoslab bo'lmaydi, chunki ular odatda suv havzasining hajmiga bog'liq. Katta havzada kichik havzada bo'lgani kabi birlik maydonda ham shuncha kichik uzunlikdagi elementar irmoqlar bo'lishi mumkin va qo'shimcha ravishda odatda bir yoki bir nechta yirik daryolarni o'z ichiga oladi. Bu hodisa daryo tarmog'ining ortib borayotgan zichligi va odatda kichik suv havzalarida kuzatiladigan tik qiyaliklarda oqimlarning chastotasi bilan baholanishi mumkin. Daryoning keskin qayrilish yoki burilish darajasi daryoning haqiqiy uzunligining barcha tarmoqlarida aniqlangan AB - segmentining

uzunligiga nisbati (3-rasm) deb ataladigan koeffitsient bilan tavsiflanadi. Burilish koeffitsienti hisoblangan daryo havzasining boshlang'ich va tugash nuqtalari o'rtasida joylashadi. Daryo havzasining asosiy geometrik xarakteristikasi uning maydonidir. Havza maydonining kattaligi daryodagi suv miqdorini aniqlabgina qolmay, balki oqim hosil bo'lish jarayonlariga ham bevosita ta'sir qiladi [9].



3-rasm. Daryo oqimlarining chastatasini aniqlash

Suv havzasining farktal o'lchovini aniqlash uchun xaritada suv havzasi chegaralari aniqlanadi va suv havzasi bilan chegaralangan maydon o'lchanadi. Shu bilan birga xarita masshtabining kichiklashishi bilan hisob-kitoblarning aniqligi ham kamayadi, chunki xaritalarda sferik yer yuzasining proyeksiyasi ushbu yer maydoning haqiqiy o'lchamlaridan qanchalik farq qilsa, yerning masshtablari shunchalik kichik bo'ladi. Bundan tashqari irmoqlarning asosiy daryoga nisbatan quyilishiga qarab simmetrik va assimetrik havzalarga ajratiladi. Hovuzning assimetriyasining o'lchovi assimetriya koeffitsienti bo'lib, ga teng [10].

$$a = \frac{F_L - F_n}{F_L + F_n}, \quad (3)$$

bu yerda F_L - chap qirg'oq irmoqlarining umumiy uzunligi, F_n - o'ng qirg'oq irmoqlarining umumiy uzunligi.

Zarafshon daryo tizmi daraxt shoxlari kabi farktal tuzilishga ega ekanligi aniqlandi.

XULOSA. Fraktal tuzilishli tabiiy tasvirlardan olingan obyektlarning o'lchovlarini L-tizimlari usuli va katakchalarni sanashning takomillashtirilgan usullari asosida Zarafshon daryosining suv sathining



kamayishi hamda qirg'oqlari fraktal tuzilishga ega ekanligi aniqlandi;

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bovill C. Fractal geometry in architecture and design. Boston, Basel, Berlin: Birkhäuser. 1996. – P. 195.
2. Добрицина И.А. От постмодернизма к нелинейной архитектуре. М.: Прогресс-традиция. 2004. – С. 416.
3. Jencks Ch. New science = new architecture // Architect. Design. 1997. Vol. 67. NN 9/10. – P. 7-11.
4. Berdiyev G'.R., Saidkulov E.A. O'zbekiston respublikasining chegarasi uzunligi hamda fraktal o'lchovini masshtablangan xarita yordamida Richardson effekti usulida aniqlash. Axborot kommunikasiya texnologiyalari va dasturiy ta'minot yaratishda innovasion g'oyalar mavzusiga bag'ishlangan respublika ilmiy-texnik anjumani, TATUSF, 16-17 aprel, 2021 y. – B. 9-12.
5. Anarova Sh.A., Nuraliev F.M. Fraktallar nazariyasi va fraktal grafika fanidan oquv qo'llanma. /TATU, Toshkent 2021. – B. 234.
6. Балханов В.К. Фрактальная размерность фрагментов растительно-сти // Горный информационно – аналитический бюллетень, 2008. № 11. С.389-392.
7. Балханов В.К., Башкуев Ю.Б., Ангархаева Л.Х. Фрактальные спек-тральные характеристики скин-слоя и модуля поверхностного импеданса //Электромагнитные волны и электронные системы, 2009. № 4. С. 45-48.
8. Anarova S., Sadullaeva S., Berdiev G. «Calculation of building dimensions in the method of composition fractal analysis» //in 2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Nov. 2021, – P. 01–04.
9. Лухнева О.Ф., Зуев Ф.Л., Балханов В.К. Построение карт неоднородностей

топографии на основании фрактальной размерности (на приме-ре Прибайкалья) // Тихоокеанская геология, 2010. № 1. С. 97-102.

10. Wu R.S., Aki K. The fractal nature of the inhomogeneities in the lithosphere evidenced from seismic wave scattering // Pure and Appl. Geophys., 1985. V. 123. № 6. P. 805-815.
11. J.R. Wait. Impedance characteristics of electric field the over a conducting half-space // Radio Science. V 4. № 10. July, 1969. P. 971-975.
12. Richardson L.F. The problem of contiguity: an appendix of statistics of deadly quarrels. - General Systems Yearbook, 1961. P. 139-187.



REAL VAQT REJIMIDA NOQAT'IY MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASHNING ANALITIK MODELLARINI ISHLAB CHIQISH

Xamrakulov Umidjon Sharabidinovich,

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti,
Axborotlarga ishlov berish va boshqarish tizimlari kafedrasini dotsenti, DSc.
O'zbekiston respublikasi, Toshkent sh. 100095.

Ashuraliyev Alisherjon Abdumalikovich,

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti,
Axborotlarga ishlov berish va boshqarish tizimlari kafedrasini tayanch doktoranti,
O'zbekiston respublikasi, Toshkent sh. 100095.
E-mail: abdulalikovich@mail.ru

Annotatsiya. Mazkur ilmiy-tadqiqot ishida boshqaruv va qaror qabul qilish tizimlarida hosil bo'ladigan yuqori chastotali noaniq ma'lumotlarni qayta ishlash masalalari ko'rib chiqilgan. Mazkur masalalarda noaniq to'plamlar uchun gorizont va vertikal analitik modellarning hisoblash kutubxonasini sintez qilishga alohida e'tibor qaratildi. Ishlab chiqilgan hisoblash kutubxonasidan foydalanish real vaqt rejimida noaniq ma'lumotlarni qayta ishlash tezligi va aniqligini oshirish imkonini beradi. Tadqiqotda hisoblash kutubxonasidan mos modelni avtomatik rejimda aniqlash imkonini beruvchi noaniq raqamlarning mos keluvchi parametrlari o'rtasidagi munosabatlarni baholash uchun niqoblashni taqdim etadi.

Kalit so'zlar: big data, noqat'iy to'plam, vertikal va gorizont modellar, maksimum, hisoblash kutubxonasi, real vaqtda ma'lumotlarni qayta ishlash.

Kirish. Bugungi kunda real vaqt rejimida noravshan axborot muhitlarida qaror qabul qilish jarayonlarining samaradorligini oshirish muhim masalalardan biri hisoblanadi. Shu munosabat bilan ob'yekt ma'lumotlarining dinamik xususiyatlarini hisobga olgan holda, real vaqt rejimida katta hajmli ma'lumotlarni qayta ishlash, boshqarish va tahlil qilishning yangi usullarini yaratish dolzarbligicha qolmoqda [1-2]. Mazkur yo'nalishda sun'iy intellekt va chuqur o'qitish texnologiyalari, mashinali o'qitish, noqat'iy mantiq tizimlari, noqat'iy neyron tarmoqlari kabi bir qancha muvaffaqiyatli usul va yondashuvlar ishlab chiqilgan [2]. Shunga qaramay, ma'lumotlar hajmining eksponensial o'sishi va ularning shakllanish tezligining ortib borishi mazkur usul va yondashuvlarni doimiy ravishda takomillashtirish va o'zgartirishni taqozo qilmoqda. Noravshan axborot muhitlarida katta hajmli ma'lumotlarni qayta ishlash muammolarni yechishda samarali vosita sifatida noravshan to'plamlar, noravshan mantiq va noravshan

optimallashtirish nazariyasini qo'llashga alohida e'tibor qaratish lozim bo'ladi [2-3].

Adabiyotlar tahlili va metodologiya.

Barchaga ma'lumki, noravshan to'plamlar nazariyasi dastlab L. Zade [3,4] tomonidan taklif etilgan bo'lib, ko'plab olimlar tomonidan ma'lumotlarni qayta ishlash, muhandislik, iqtisodiyot va boshqa turli murakkab tizimlarni boshqarish sohalarida noravshan mantiq va uni nazorat qilish, qaror qabul qilishning usul va yondashuvlaridan foydalangan holda tadqiqotlar olib bordilar. [2,3,4,6].

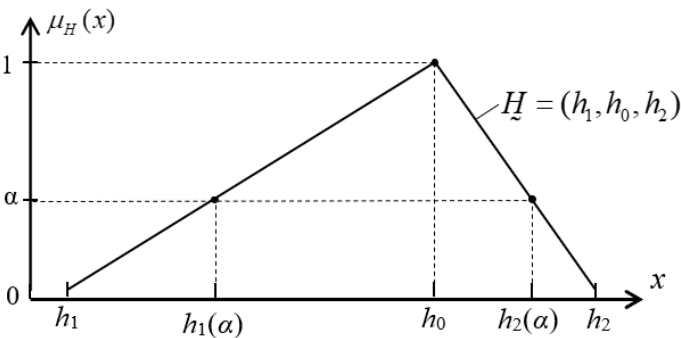
So'nggi yillarda olib borilgan ilmiy ishlanmalarning tahlili shuni ko'rsatadiki, noqat'iy yondashuvlar asosida ko'plab qaror qabul qilish va boshqarish tizimlari ishlab chiqilgan. Jumladan, o'rnatilgan boshqaruv tizimlarida ma'lum arxitekturaga ega bo'lgan noqat'iy boshqaruv texnologiyasi (fuzzy control technology) va noqat'iy adaptiv PID algoritmlari (fuzzy adaptive PID algorithm) asosida Loyihalash metodologiyasi (Design methodology), Sanoat boshqaruvi (Industrial control),



Boshqaruv tizimi (Control systems), Loyihalashni avtomatlashtirish (Design automation), Qurilmani loyihalash tillari (Hardware design languages), Sanoat elektronikasi (Industrial electronics) va Qayta ishlash (Refining) [5,6] kabi yirik loyihalar muvaffaqiyatli amalga oshirilishi mumkin.

Noravshan axborot muhitlarida real vaqt rejimida ma'lumotlarni tahlil qilish turli yirik loyihalarni amalga oshirish uchun yangi modellar va algoritmlarni ishlab chiqishga zamin yaratadi. Ushbu model va algoritmlar amaliy masalalarni yechishda hisoblash tezligi, aniqligi, ishonchliligi kabi samaradorlikni ko'rsatuvchi parametrlarni oshirishga xizmat qiladi [5,7,8].

Tadqiqot ishi davomida noaniq \tilde{H} to'plamni $(x, \mu_{\tilde{H}}(x))$ juftliklar to'plami sifatida ko'rib chiqamiz (1-rasm). Bu yerda x universal to'plamning F - elementi tegishlilik funksiyasining (*membership function* (MF)) $\mu_{\tilde{H}}(x) \in [0, 1]$ oraliqdagi qiymati.



1-rasm. $\tilde{H}, \tilde{H} \in R$ uchburchak noqat'iy sonning α -kesimi.

Noaniqlik sharoitlarida erishilgan natijalarni samarali yechimlarini qo'llashga turli texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish, transport yo'nalishlarini optimallashtirish va tadqiqot loyihalarini baholash sohalarida qaror qabul qilish va boshqalarni misol keltirish mumkin. Ma'lumotlarni tahlil qilishning ushbu usullarida parametrlashtirilmagan va parametrlangan operatorlarining moslashuvchan yumshoq hisoblash komponentlaridan foydalanishga tayanadi. Vektor kvantlash va turli noniq xulosa chiqarish mexanizmlari (Mamdani, Sugeno va boshqalar), shuningdek,

noqat'iy raqamlar (*fuzzy numbers*(FN)) bilan noaniq arifmetik amallarni amalga oshirish uchun turli xil noaniq yondashuvlar, jumladan FNs-minimal, FNs-maksimal, FNs-ayirish, FNs-ko'paytirish, FNs-bo'linish va FNs-qo'shishdan faol tarzda foydalanishga tayanadi [5-9].

Katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlashning aniqligi va tezligini oshirish qobiliyati tufayli noaniq arifmetika uchun olingan analitik modellarni shakllantirishga alohida e'tibor qaratish lozim [9]. Ba'zi amaliy holatlarda FN bilan mos keladigan arifmetik amallar uchun olingan MF larni keyinchalik amalga oshirish bilan katta hajmdagi axborotga mos keladigan noaniq raqamlarga aylantirish mumkin [10-12].

Olingan MF larning analitik modellarini sintez qilishning samarali usullaridan biri α -kesimlardan [11-14], xususan, hosil bo'lgan a'zolik funksiyalarining gorizonta (teskari) va vertikal (to'g'ridan-to'g'ri) modellarini qurishda foydalanish hisoblanadi. Biroq, ba'zi hollarda, bunday natijaviy modellarni shakllantirish zarurati ko'p vaqt talab qiladi va ma'lumotlarni qayta ishlash tezligining pasayishiga va real vaqt rejimida boshqaruv va qaror qabul qilish jarayonlari sifatining pasayishiga olib keladi [9-13].

Yana bir yondashuv Zadening kengaytma prinsipidan [11-14] yoki Maks-Min konvolyutsiyasi algoritmidan foydalanish bilan bog'liq bo'lib, u har bir dastlabki noaniq to'plamni (noaniq ma'lumotlarni qayta ishlashda ishtirok etgan) diskretlik bosqichi yordamida diskret shaklga o'zgartirishni talab qiladi.

$$x_{i+1} = x_i + \Delta x, (i = 0, 1, 2, \dots, K) \text{ ni aniqlash uchun,}$$

$$\Delta x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{K} = const$$

. Bu natijada paydo bo'lgan nonaiq to'plamlarning sinteziga olib keladi, masalan, jadval uslubi yoki birlashgan singletonlar to'plami

$$\tilde{P} = \sum_{i=0}^K \frac{\mu_{\tilde{P}}(x_i)}{x_i}$$

Yuqorida aytib o'tilgan α -kesimlar va Maks-Min konvolyutsiya yondashuvlari [12] natijasida hosil bo'lgan noaniq \tilde{P} to'plamining $\mu_{\tilde{P}}(x)$ a'zolik funksiyasining analitik modelini olish uchun qo'shimcha matematik o'zgarishlar kiritishni talab



qiladi, bu esa hisoblash uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan (har qanday $y^*, y^* \in [y_{\min}, y_{\max}]$) y^* ning natijaviy noaniq \tilde{P} to'plamiga tegishlilikini tavsiflovchi mos keluvchi a'zolik qiymati $\mu_{\tilde{P}}(x^*)$ [13]

diskret noaniq to'plami $\tilde{P} = \sum_{i=0}^K \frac{\mu_{\tilde{P}}(x_i)}{x_i}$ uchun o'rinli hisoblanadi.

Agar y^* har qanday qo'shni qiymatlar x_i va x_{i+1} o'rtasida joylashgan bo'lsa, ya'ni $x_i < x^* < x_{i+1}$ bo'lsa, tegishli $\mu_{\tilde{P}}(x^*)$ qiymatini hisoblash uchun interpolatsiya protsedurasidan foydalanish ham mumkin. Ko'rib chiqilgan ikkala yondashuv ham "ko'p bosqichli" hisoblash protseduralarini amalga oshirishga asoslangan. Dastlabki noqat'iy to'plamlardagi har qanday o'zgarishlar noaniq ma'lumotlarni qayta ishlash uchun ko'p nomli yaqinlashish yoki interpolatsiya protseduralarini amalga oshirishni talab qiladi, bu esa hisoblashning murakkabligi va hisoblash vaqtining oshishiga, shuningdek, hisob-kitoblarning aniqligini pasayishiga olib keladi. Shunday qilib, olingan analitik modellarni sintez qilish jarayonlarini avtomatlashtirishning yangi usullarini ishlab chiqish noqat'iy ma'lumotlarni qayta ishlashda "bir bosqichli" hisoblash jarayonlari sifatini sezilarli darajada oshirishi mumkin.

Ikki noqat'iy to'plamlar uchun FN-maksimalni amalga oshirishda α -kesishdan foydalanish turli α -darajalar uchun mos keladigan arifmetik algoritmi bosqichma-bosqich amalga oshirish zaruriyatini yuzaga keltiradi [12-15] (1-rasm):

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + \delta\alpha, (i = 1, 2, \dots, N) \quad (1)$$

Bu yerda $\delta\alpha$ diskretlik bosqichi bo'lib, uni $\delta\alpha = \frac{1}{N}$ orqali ifodalash mumkin.

Ushbu takrorlanuvchi jarayon yuqori hisoblash murakkabligiga ega hamda N parametri va mos keladigan $\delta\alpha$ qiymatini tanlash natijasida olingan MF ning hisoblash tezligi va hisoblash aniqligiga yetarlicha ta'sir qiladi [13-15].

Umuman olganda, $\tilde{H} \in R$ noqat'iy sonining α -kesimi $H_\alpha = \{x | \mu_{\tilde{H}}(x) \geq \alpha\}$, $\alpha \in [0, 1]$ aniq kichik to'plam bo'lib, u (1-rasm) faqat \tilde{P} to'plamiga a'zolik darajasidan kam bo'lmagan $x \in R$ qiymatlarini o'z ichiga oladi, bu yerda R - haqiqiy sonlar to'plami [29,30]. $\tilde{H} \in R, \tilde{B} \in R$ noqat'iy to'plamlar uchun ularning α -to'plamlari H_α va B_α ni quyidagi uslubda tasvirlash mumkin:

$$H_\alpha = [h_1(\alpha), h_2(\alpha)], \quad (2)$$

$$B_\alpha = [b_1(\alpha), b_2(\alpha)], \alpha \in [0, 1] \quad (3)$$

Dastlabki sintezlanishi mumkin bo'lgan MF ning analitik modelida hisoblash tezligi va aniqligi nuqtai nazaridan FN-maksimalni hisoblash samaraliroq hisoblanadi [15]. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi (a) hisoblash jarayonining murakkabligini kamaytirish, (b) hisoblash jarayonining tezligini oshirish uchun FN-maksimalning arifmetik ishlashi uchun olingan gorizont va vertikal analitik modellarning hisoblash kutubxonasini sintez qilish orqali, (c) rooting iterativ hisoblash protsedurasini istisno qilish va (d) noaniq ma'lumotlarni qayta ishlashning aniqligini oshirish hisoblanadi.

Parametrlari o'rtasida turli xil R munosabatlarga ega bo'lgan uchburchak noqat'iy sonlar (*triangular fuzzy numbers*(TrFN)) MF lari asosida yuqorida qayd etilgan hisoblash kutubxonasi [42,43] uchun sintez jarayonini keltiramiz (1-rasm).

$\tilde{H} = (h_1, h_0, h_2)$ va $\tilde{B} = (b_1, b_0, b_2)$ uchburchak noaniq raqamlari bo'lgan MFs $\mu_{\tilde{H}}(x)$ va $\mu_{\tilde{B}}(x)$ mos keladigan parametrlari $\mu_{\tilde{H}}(h_0) = 1$, $\mu_{\tilde{B}}(b_0) = 1$, $\mu_{\tilde{H}}(h_1) = 0$, $\mu_{\tilde{H}}(h_2) = 0$, $\mu_{\tilde{B}}(b_1) = 0$ va $\mu_{\tilde{B}}(b_2) = 0$ bilan tavsiflanishi mumkin. Gorizont H_α , B_α va vertikal $\mu_{\tilde{H}}(x)$, $\mu_{\tilde{B}}(x)$ $\tilde{H} \in R, \tilde{B} \in R$ uchburchak noqat'iy sonlarning modellari (4)-(7) [9,11,12,15,16] ifodalar bilan tavsiflanishi mumkin:

$$H_\alpha = [h_1(\alpha), h_2(\alpha)] = [h_1 + \alpha(h_0 - h_1), h_2 - \alpha(h_0 - h_1)], \quad (4)$$



$$\mu_H(x) = \begin{cases} 0, \forall (x \leq h_1) \cup (x \geq h_2) \\ E_{H_L}(x, h_1, h_0), \forall (h_1 < x \leq h_0) \\ E_{H_R}(x, h_0, h_2), \forall (h_0 < x < h_2) \end{cases} \quad (5)$$

$$B_\alpha = [b_1(\alpha), b_2(\alpha)] = [b_1 + \alpha(b_0 - b_1), b_2 - \alpha(b_0 - b_1)] \quad (6)$$

$$\mu_B(x) = \begin{cases} 0, \forall (x \leq b_1) \cup (x \geq b_2) \\ E_{B_L}(x, b_1, b_0), \forall (b_1 < x \leq b_0) \\ E_{B_R}(x, b_0, b_2), \forall (b_0 < x < b_2) \end{cases} \quad (7)$$

bu yerda $E_{H_L}(x, h_1, h_0) = (x - h_1) / (h_0 - h_1)$

TrFN \underline{H} uchun MF $\mu_H(x)$ ning chap qismi;

$$E_{B_L}(x, b_1, b_0) = (x - b_1) / (b_0 - b_1) \quad \text{TrFN } \underline{B}$$

uchun MF $\mu_B(x)$ ning chap qismi;

$$E_{H_R}(x, h_0, h_2) = (h_2 - x) / (h_2 - h_0) \quad \text{TrFN } \underline{H}$$

uchun MF $\mu_H(x)$ ning o'ng qismi;

$$E_{B_R}(x, b_0, b_2) = (b_2 - x) / (b_2 - b_0) \quad \text{TrFN } \underline{B}$$

uchun MF $\mu_B(x)$ ning o'ng qismi;

FNs-maksimal hisoblashda, α -kesish algoritmiga nisbatan Max-Min yoki Min-Max konvolyutsiyalari [30,42] kabi algoritmlardan foydalanish ko'p hollarda (a) xususiyatlarning buzilishiga olib keladi, xususan hosil bo'lgan noqat'iy to'plamning normalligi va qavariqligi ($\underline{P} = \underline{H}(\vee)\underline{B}$), (b) noaniq ma'lumotlarni qayta ishlash uchun murakkablik va hisoblash vaqtining ortib borishi yuzaga keladi.

FNs-maksimal ($\underline{P} = \underline{H}(\vee)\underline{B}$) ning ishlashi α -kesmalar yordamida shunday uslubda taqdim etilishi mumkin:

$$\begin{aligned} P_\alpha &= H_\alpha(\vee)B_\alpha = [h_1(\alpha), h_2(\alpha)](\vee)[b_1(\alpha), b_2(\alpha)] = \\ &= [h_1(\alpha) \vee b_1(\alpha), h_2(\alpha) \vee b_2(\alpha)], \end{aligned} \quad (8)$$

bu yerda $P_\alpha = [p_1(\alpha), p_2(\alpha)]$ natijadan olingan noaniq \underline{P} to'plamning gorizonta modelidir. α -kesishlar protsedurasi FNs-maksimal ishlov berish (8) natijasida olingan noaniq to'plamning universal analitik modellarini sintez qilish uchun ($\underline{P} = \underline{H}(\vee)\underline{B}$)

hosil bo'lgan bir bosqichli hisoblash protsedurasi uchun a'zolik funksiyasi qiymatlari $\mu_P(x)$.

Noaniq arifmetik amallar "TrFNs-Maximum" uchun gorizonta va vertikal natijaviy modellarni shakllantirish.

TrFNlarning $\underline{H} \in R, \underline{B} \in R$ ning chap novdalari $\underline{H}_L \cap \underline{B}_L$ va $\underline{H}_R \cap \underline{B}_R$ o'ng shoxlari orasidagi kesishuvni alohida ko'rib chiqamiz. Chap va o'ng shoxlar uchun kesishish nuqtalari TrFNs-maksimalning natijaviy analitik modellari uchun kommutatsiya nuqtalari hisoblanadi.

Tenglamaning yechimlarini (x_L, x_R argumentlari):

$$\mu_H(x) = \mu_B(x) \quad (9)$$

$\underline{H} \in R, \underline{B} \in R$ TrFN larning (a) chap shoxlari

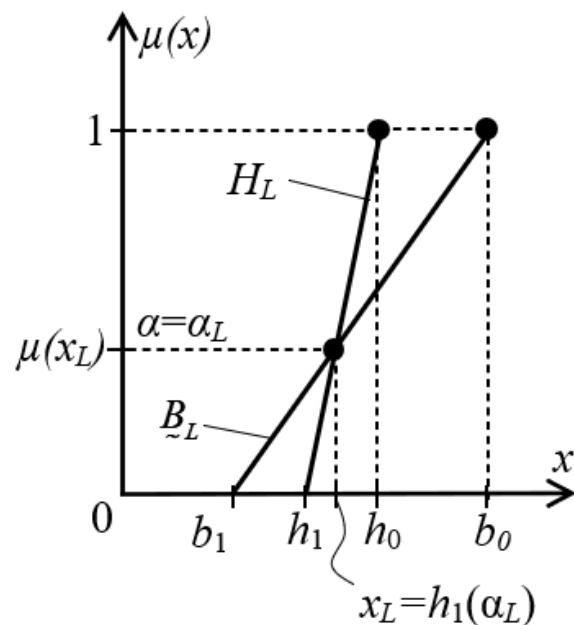
$\underline{H}_L \cap \underline{B}_L$ kesishishini tahlil qilish orqali (2-rasm).

$$E_{H_L}(x, h_1, h_0) \cap E_{B_L}(x, b_1, b_0) : \underline{H} \in R, \underline{B} \in R \quad (10)$$

va (b) $\underline{H} \in R, \underline{B} \in R$ TrFN larning o'ng

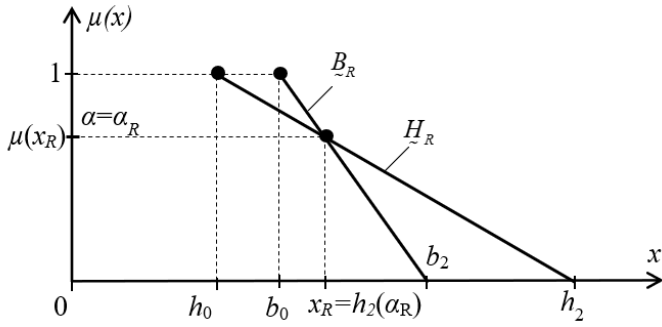
shoxlarini $\underline{H}_R \cap \underline{B}_R$ (3-rasm) hisoblash mumkin.

$$E_{H_R}(x, h_0, h_2) \cap E_{B_R}(x, b_0, b_2) : \underline{H} \in R, \underline{B} \in R \quad (11)$$



2-rasm. Uchburchak noaniq sonlar (TrFNs) chap shoxlarining kesishishi.





3-rasm. TrFNlarning o'ng shoxlarining kesishishi.

O'ng shoxlarning kesishishini (3-rasm) batafsil ko'rib chiqamiz.

$\alpha \in [0, 1]$ shartli o'ng shoxlar orasidagi kesishish (11) uchun shunday tenglama hosil qilish mumkin:

$$h_2(\alpha) = b_2(\alpha) = p_2(\alpha) \quad (12)$$

boshqa uslubda qayta yozilishi mumkin:

$$h_2 - \alpha(h_2 - h_0) = b_2 - \alpha(b_2 - b_0) \quad (13)$$

Gorizontal $H_\alpha(2)$ va $B_\alpha(3)$ modellarining to'g'ri komponentlari asosida:

$$h_2(\alpha) = h_2 - \alpha(h_2 - h_0) \quad (14)$$

va

$$b_2(\alpha) = b_2 - \alpha(b_2 - b_0) \quad (15)$$

(12) va (13) yordamida kesishish nuqtasining $\alpha = \alpha_R$ vertikal koordinatasini topish mumkin:

$$\alpha_R = \frac{b_2 - h_2}{b_2 - b_0 - h_2 + h_0} \quad (16)$$

Bunda ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$\alpha_R = \mu_H(x_R) = \mu_B(x_R) = \mu_P(x_R) \quad (17)$$

(11) shart uchun x_R gorizontal koordinatasidan foydalanish.

Shunday qilib, ikkita juftlik:

$$\{(h_2(\alpha_R), \alpha_R), (x_R, \mu_H(x_R))\} \quad (18)$$

(11) uchun kesishish nuqtasining koordinatalari gorizontal $(h_2(\alpha_R), \alpha_R)$ va vertikal $(x_R, \mu_H(x_R))$ modellarining to'g'ri komponentlari uchun tuzilishi mumkin. Bunda $x_R = h_2(\alpha_R)$, $\mu_H(x_R) = \alpha_R$ ega bo'ladi.

$h_2(\alpha_R)$ parametrini (4) va (16) yordamida aniqlash mumkin:

$$h_2(\alpha_R) = h_2 - \alpha_R(h_2 - h_0) = h_2 - \frac{(b_2 - h_2)(h_2 - h_0)}{b_2 - b_0 - h_2 + h_0}$$

bu yerda $h_2(\alpha_R) \in [\max(h_0, b_0), \max(h_2, b_2)]$.

TrFN ning chap shoxlari orasidagi kesishuv (10) uchun $\alpha = \alpha_L \in [0, 1]$ ni aniqlash mumkin va o'ng shoxlar kesishishi uchun bir xil yondashuvdan foydalanib, ikkita juftlikni aniqlash mumkin:

$$\{(h_1(\alpha_L), \alpha_L), (x_L, \mu_H(x_L))\} \quad (20)$$

kesishish nuqtasi (10) koordinatalarining gorizontal $(h_1(\alpha_L), \alpha_L)$ va vertikal $(x_L, \mu_H(x_L))$ modellarining chap komponentlari.

Bu holda $x_L = h_1(\alpha_L)$ va $\mu_H(x_L) = \alpha_L$ uchun mos keluvchi α_L va $h_1(\alpha_L)$ parametrlarini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\alpha_L = \frac{b_1 - h_1}{h_0 - h_1 - b_0 + b_1} \quad (21)$$

$$h_1(\alpha_L) = h_1 + \alpha_L(h_0 - h_1) = h_1 + \frac{(b_1 - h_1)(h_0 - h_1)}{h_0 - h_1 - b_0 + b_1} \quad (22)$$

bu yerda $h_1(\alpha_L) \in [\max(h_1, b_1), \max(h_0, b_0)]$.

Ushbu holatda, ishlab chiqilgan analitik modellar (17), (19) yordamida kesishish nuqtalari (10) va (11) uchun $(h_1(\alpha_L), \alpha_L)$ va $(h_2(\alpha_R), \alpha_R)$ koordinatalarining qiymatlarini hisoblash mumkin, (21), (22) va ko'rib chiqilgan tegishli ma'lumotlar $(h_1, b_1, h_0, b_0, h_2, b_2)$ TrFNs uchun $\underline{H} = (h_1, h_0, h_2)$ va $\underline{B} = (b_1, b_0, b_2)$ holatda bo'ladi.

Ishlab chiqilgan modellar (17), (19), (21) va (22) har qanday TrFN juftlari uchun universal hisoblanadi. Masalan, $h_1 < b_1$, $h_0 > b_0$, $h_2 < b_2$ kabi TrFN parametrlari orasidagi munosabatlar uchun ishlab chiqilgan analitik modellar yordamida hosil bo'lgan MF ning gorizontal $P_\alpha = H_\alpha(\vee)B_\alpha$ va vertikal $\mu_P(x)$ modellarini hosil qilish mumkin (17), (19), (21) va (22).



$$P_\alpha = H_\alpha(\vee)B_\alpha = [h_1(\alpha) \vee b_1(\alpha), h_2(\alpha) \vee b_2(\alpha)] = [p_1(\alpha), p_2(\alpha)] =$$

$$= \left[\begin{array}{l} \left\{ b_1(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_L] \right\}, \left\{ h_2(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_R, 1] \right\} \\ \left\{ h_1(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha, 1] \right\}, \left\{ b_2(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_R] \right\} \end{array} \right] \quad (23)$$

$$\mu_P(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall (x \leq b_1) \cup (x \geq b_2) \\ E_{B_L}(x, b, b_0), \forall (b_1 < x \leq b_1(\alpha_L)) \\ E_{H_L}(x, h_1, h_0), \forall (h_1(\alpha_L) < x \leq h_0) \\ E_{H_R}(x, h_0, h_2), \forall (h_1 < x \leq h_2(\alpha_R)) \\ E_{B_R}(x, b_0, b_2), \forall (h_2(\alpha_R) < x \leq b_2) \end{array} \right\} \quad (24)$$

bu yerda $p_1(0) = b_1; p_2(0) = b_2; p_1(1) = p_2(1) = h_0$;

$$p_1(\alpha) = \left\{ \begin{array}{l} b_1 + \alpha(b_0 - b_1), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_L] \\ h_1 + \alpha(h_0 - h_1), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_L, 1] \end{array} \right\},$$

$$p_2(\alpha) = \left\{ \begin{array}{l} h_2 + \alpha(h_2 - h_0), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_R, 1] \\ b_2 + \alpha(b_2 - b_0), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_R] \end{array} \right\}.$$

Yuqorida asosiy komponentlar sifatida umumlashtirilgan hisoblash kutubxonasiga birlashtirilishi mumkin bo'lgan P_α va $\mu_P(x)$ analitik modellari to'plamini yaratish hamda $H \in R, B \in R$ boshlang'ich noaniq to'plamlarining chap (21), (22) va o'ng (16), (19) tarmoqlari orasidagi kesishish parametrlarini aniqlash uchun yondashuv taklif qilingan.

FNs-Maksimal operatsiya natijalari uchun gorizontaal va vertikal analitik modellarning hisoblash kutubxonasining sintezi.

Hosil bo'lgan noqat'iy to'plam ($P = H(\vee)B$)

uchun gorizontaal P_α (23) va vertikal $\mu_P(x)$ (24) analitik modellari TrFNs parametrlari orasidagi quyidagi munosabatlarni hisobga olgan holda FNs-maksimal ishlash uchun sintez qilindi:

$$h_1 < b_1, h_0 > b_0, h_2 < b_2. \quad (25)$$

Shunday qilib, analitik modellar (23) va (24) faqat TrFN $H = (h_1, h_0, h_2)$ va $B = (b_1, b_0, b_2)$ holatlarida (25) munosabatlar uchun tasdiqlanadi.

Shu bilan birga, parametrlari o'rtasidagi \mathbb{R} munosabatlari turlicha bo'lgan TrFNlar real tizimlar va jarayonlarda juda ko'p kirish signallarini taqdim etishi mumkin [42]:

$$\{h_1 \mathbb{R} b_1, h_0 \mathbb{R} b_0, h_2 \mathbb{R} b_2\} \quad (26)$$

bu yerda $\mathbb{R} \in \{(<), (>)\}$.

TrFNs (H, B) parametrlari ($h_1, b_1; h_0, b_0; h_2, b_2$) orasidagi har xil kombinatsiya (25) uchun FNs-maksimal arifmetik operatsiyani amalga oshirishda olingan MF ning alohida gorizontaal va vertikal analitik modellari sintez qilish kerak.

Olingan noaniq P to'plamlarning hisoblash kutubxonasini \mathbb{R} munosabatlari bilan turli kombinatsiyalar (26) uchun TrFNs H va B bilan FNs-maksimal arifmetik operatsiyani amalga oshirish uchun gorizontaal va vertikal analitik modellarning mos keladigan to'plamlari sifatida sintez qilaylik.

Maskani ko'rib chiqamiz:

$$Mask(H, B) = \{q_1, q_2, q_3\}, \quad (27)$$

TrFN H va B parametrlari orasidagi munosabatlar sifatida mos keladigan \mathbb{R} munosabatlarini tan olish uchun ishlatilishi mumkin [37,42].

Maskadagi (27) $q_1, q_2, va q_3$ ikkilik ko'rsatkichlari quyidagicha ko'rsatilishi mumkin:

$$q_1 = \begin{cases} 0, & \text{if } h_1 > b_1 \\ 1, & \text{if } h_1 < b_1 \end{cases};$$

$$q_2 = \begin{cases} 0, & \text{if } h_0 > b_0 \\ 1, & \text{if } h_0 < b_0 \end{cases}$$

$$q_3 = \begin{cases} 0, & \text{if } h_2 > b_2 \\ 1, & \text{if } h_2 < b_2 \end{cases}; \quad (28)$$

Maska (27) yordamida gorizontaal (29)–(44) va vertikal (45)–(52) analitik modellarning $\{PQ_1 \dots PQ_8\}$ FN-lar parametrlari orasidagi turli \mathbb{R} munosabatlari (26) bilan maksimal operatsiya bajarilgan taqdirda olingan noqat'iy to'plamlar uchun hisoblash



kutubxonasini shakllantirish mumkin PQ_i , ($i = 1 \dots 8$) i -analitik model. Maskalar (27) va mos keladigan modellar, PQ_i , $i = 1 \dots 8$, hisoblash kutubxonasining komponentlari sifatida $\{PQ_1, PQ_2, \dots, PQ_8\}$, 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. TrFNs $\underline{H}, \underline{B} \in R$ ning turli kombinatsiyalari uchun modellar PQ_i , ($i = 1 \dots 8$) va maskalar $\{q_1, q_2, q_3\}$.

$PQ_i, i=1\dots 8$	PQ_1	PQ_2	PQ_3	PQ_4	PQ_5	PQ_6	PQ_7, PQ_8
$\{q_1, q_2, q_3\}$	$\{1, 1, 1\}$	$\{1, 1, 0\}$ $\{0, 0, 0\}$	$\{1, 0, 1\}$	$\{1, 0, 0\}$	$\{0, 1, 1\}$	$\{0, 1, 0\}$	$\{0, 0, 1\}$

Turli maskalar (27) uchun hosil bo'lgan noaniq to'plamning gorizont $P_\alpha = [p_1(\alpha), p_2(\alpha)]$ va vertikal $\mu_p(x)$ analitik modellarining hisoblash kutubxonasini tuzamiz. 1-jadval.

Gorizont P_α modellari quyidagilar asosida sintezlanadi: (a) a-kesimlarning parametrlari $\{h_1(\alpha), h_2(\alpha), b_1(\alpha), b_2(\alpha)\}$, (b) a qiymati va (c) TrFN parametrlari $\{h_1, h_2, h_3, b_1, b_2, b_3\}$.

Hisoblash kutubxonasining asosiy komponentlari (29)–(44) $\{PQ_1, PQ_2, \dots, PQ_8\}$ gorizont analitik modellarining $P_\alpha = [p_1(\alpha), p_2(\alpha)]$ lari:

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{1, 1, 1\} \text{ uchun}$$

model PQ_1 :

$$P_\alpha = [p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = [\{b_1(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\}, \{b_2(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\}], \quad (29)$$

$$[p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = [\{b_1 + \alpha(b_0 - b_1), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\}, \{b_2 - \alpha(b_2 - b_0), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\}]. \quad (30)$$

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{1, 1, 0\} \text{ uchun}$$

model PQ_2 :

$$P_\alpha = [p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = \left[\{b_1(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\}, \left\{ \begin{array}{l} b_2(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_R, 1] \\ h_2(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_R] \end{array} \right\} \right], \quad (31)$$

$$[p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = \left[\{b_1 + \alpha(b_0 - b_1), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\}, \left\{ \begin{array}{l} b_2 + \alpha(b_2 - b_0), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_R, 1] \\ h_1 + \alpha(h_2 - h_0), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_R] \end{array} \right\} \right]; \quad (32)$$

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{1, 0, 1\} \text{ uchun}$$

model PQ_3 :

$$P_\alpha = [p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = \left[\left\{ \begin{array}{l} b_1(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_L] \\ h_1(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_L, 1] \end{array} \right\}, \left\{ \begin{array}{l} h_2(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_R, 1] \\ b_2(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_R] \end{array} \right\} \right], \quad (33)$$

$$[p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = \left[\left\{ \begin{array}{l} b_1 + \alpha(b_0 - b_1), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_L] \\ h_1 + \alpha(h_0 - h_1), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_L, 1] \end{array} \right\}, \left\{ \begin{array}{l} h_2 - \alpha(h_2 - h_0), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_R, 1] \\ b_2 - \alpha(b_2 - b_0), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_R] \end{array} \right\} \right]; \quad (34)$$

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{1, 0, 0\} \text{ uchun}$$

model PQ_4 :

$$P_\alpha = [p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = \left[\left\{ \begin{array}{l} b_1(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_L] \\ h_1(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_L, 1] \end{array} \right\}, \{h_2(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\} \right], \quad (35)$$

$$[p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = \left[\left\{ \begin{array}{l} b_1 + \alpha(b_0 - b_1), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_L] \\ h_1 + \alpha(h_0 - h_1), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_L, 1] \end{array} \right\}, \{h_2 - \alpha(h_0 - h_1), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\} \right]; \quad (36)$$

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{0, 1, 1\} \text{ uchun}$$

model PQ_5 :

$$P_\alpha = [p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = \left[\left\{ \begin{array}{l} h_1(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_L] \\ b_1(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_L, 1] \end{array} \right\}, \{b_2(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\} \right], \quad (37)$$

$$[p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = \left[\left\{ \begin{array}{l} h_1 + \alpha(h_0 - h_1), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_L] \\ b_1 + \alpha(b_0 - b_1), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_L, 1] \end{array} \right\}, \{b_2 - \alpha(b_0 - b_1), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\} \right]; \quad (38)$$

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{0, 1, 0\} \text{ uchun}$$

model PQ_6 :

$$P_\alpha = [p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = \left[\left\{ \begin{array}{l} h_1(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_L] \\ b_1(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_L, 1] \end{array} \right\}, \left\{ \begin{array}{l} b_2(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_R, 1] \\ h_2(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_R] \end{array} \right\} \right], \quad (39)$$

$$[p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = \left[\left\{ \begin{array}{l} h_1 + \alpha(h_0 - h_1), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_L] \\ b_1 + \alpha(b_0 - b_1), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_L, 1] \end{array} \right\}, \left\{ \begin{array}{l} b_2 - \alpha(b_2 - b_0), \forall \alpha | \alpha \in [0, \alpha_R] \\ h_2 - \alpha(h_2 - h_0), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_R, 1] \end{array} \right\} \right]; \quad (40)$$

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{0, 0, 1\} \text{ uchun}$$

model PQ_7 :

$$P_\alpha = [p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = \left[\{h_1(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\}, \left\{ \begin{array}{l} h_2(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1] \\ b_2(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1] \end{array} \right\} \right], \quad (41)$$



$$[p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = \left[\left\{ h_1 + \alpha(h_0 - h_1), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1] \right\}, \left\{ h_2 + \alpha(h_2 - h_0), \forall \alpha | \alpha \in [\alpha_R, 1] \right\} \right];$$

(42)

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{0, 0, 0\} \text{ uchun}$$

model PQ_8 :

$$P_\alpha = [p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = [\{h_1(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\}, \{h_2(\alpha), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\}],$$

(43)

$$[p_1(\alpha), p_2(\alpha)] = [\{h_1 + \alpha(h_0 - h_1), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\}, \{h_2 - \alpha(h_2 - h_0), \forall \alpha | \alpha \in [0, 1]\}];$$

(44)

Olingan noaniq to'plamlarning vertikal (45)–

(52) $\mu_P(x)$ modellari $\underline{P} = \underline{H}(\vee)\underline{B}$ quyidagilar asosida sintezlanadi: (a) chap va o'ng funksiyalar

$\{E_{H_L}, E_{H_R}, E_{B_L}, E_{B_R}\}$ va (b) TrFN parametrlari $\{h_1, h_0, h_2, b_1, b_0, b_2\}$.

Vertikal analitik modellar $\mu_P(x)$ hisoblash kutubxonasining $\{PQ_1, PQ_2, \dots, PQ_8\}$ asosiy komponentlari (45)–(52):

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{1, 1, 1\} \text{ uchun}$$

model PQ_1 :

$$\mu_P(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq b_1) \cup (x \geq b_2) \\ E_{B_L}(x, b_1, b_0), \forall(b_1 < x \leq b_0) \\ E_{B_R}(x, b_0, b_2), \forall(b_0 < x < b_2) \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq b_1) \cup (x \geq b_2) \\ (x - b_1) / (b_0 - b_1), \forall(b_1 < x \leq b_0) \\ (b_2 - x) / (b_2 - b_0), \forall(b_0 < x < b_2) \end{array} \right\}$$

(45)

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{1, 1, 0\} \text{ uchun}$$

model PQ_2 :

$$\mu_P(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq d_1) \cup (x \geq h_2) \\ E_{B_L}(x, h_1, b_0), \forall(b_1 < x \leq b_0) \\ E_{B_L}(x, b_0, b_2), \forall(b_0 < x < h_2(\alpha_R)) \\ E_{H_R}(x, h_0, h_2), \forall(h_2(\alpha_R) \leq x < h_2) \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq b_1) \cup (x \geq b_2) \\ (x - b_1) / (b_0 - b_1), \forall(b_1 < x \leq b_0) \\ (b_2 - x) / (b_2 - b_0), \forall(b_0 < x < h_2(\alpha_R)) \\ (h_2 - x) / (h_2 - b_0), \forall(h_2(\alpha_R) \leq x < h_2) \end{array} \right\}$$

(46)

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{1, 0, 1\} \text{ uchun}$$

model PQ_3 :

$$\mu_P(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq b_1) \cup (x \geq b_2) \\ E_{B_L}(x, b_1, b_0), \forall(b_1 < x \leq h_1(\alpha_L)) \\ E_{H_L}(x, h_1, h_0), \forall(h_1(\alpha_L) < x < h_0) \\ E_{H_R}(x, h_0, h_2), \forall(h_0 < x < h_2(\alpha_R)) \\ E_{B_L}(x, b_0, b_2), \forall(h_2(\alpha_R) \leq x < b_2) \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq b_1) \cup (x \geq b_2) \\ (x - b_1) / (b_0 - b_1), \forall(b_1 < x \leq h_1(\alpha_L)) \\ (x - h_1) / (h_0 - h_1), \forall(h_1(\alpha_L) < x < h_0) \\ (h_2 - x) / (h_2 - h_0), \forall(h_0 < x < h_2(\alpha_R)) \\ (b_2 - x) / (b_2 - b_0), \forall(h_2(\alpha_R) \leq x < b_2) \end{array} \right\}$$

(47)

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{1, 0, 0\} \text{ uchun}$$

model PQ_4 :

$$\mu_P(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq b_1) \cup (x \geq h_2) \\ E_{B_L}(x, b_1, b_0), \forall(b_1 < x \leq h_1(\alpha_L)) \\ E_{H_L}(x, h_1, h_0), \forall(h_1(\alpha_L) < x \leq h_0) \\ E_{H_R}(x, h_0, h_2), \forall(h_0 < x < h_2) \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq b_1) \cup (x \geq h_2) \\ (x - b_1) / (b_0 - b_1), \forall(b_1 < x \leq h_1(\alpha_L)) \\ (x - h_1) / (h_0 - h_1), \forall(h_1(\alpha_L) < x \leq h_0) \\ (h_2 - x) / (h_2 - h_0), \forall(h_0 < x < h_2) \end{array} \right\}$$

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{0, 1, 1\} \text{ uchun}$$

model PQ_5 :

$$\mu_P(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq h_1) \cup (x \geq b_2) \\ E_{H_L}(x, h_1, h_0), \forall(h_1 < x \leq h_1(\alpha_L)) \\ E_{B_L}(x, b_1, b_0), \forall(h_1(\alpha_L) < x \leq b_0) \\ E_{B_R}(x, b_0, b_2), \forall(b_0 < x < b_2) \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq h_1) \cup (x \geq b_2) \\ (x - h_1) / (h_0 - h_1), \forall(h_1 < x \leq h_1(\alpha_L)) \\ (x - b_1) / (b_0 - b_1), \forall(h_1(\alpha_L) < x \leq b_0) \\ (b_2 - x) / (b_2 - b_0), \forall(b_0 < x < b_2) \end{array} \right\}$$

(49)

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{0, 1, 0\} \text{ uchun}$$

model PQ_6 :

$$\mu_P(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq h_1) \cup (x \geq h_2) \\ E_{H_L}(x, h_1, h_0), \forall(h_1 < x \leq h_1(\alpha_L)) \\ E_{B_L}(x, h_1, h_0), \forall(h_1(\alpha_L) < x \leq b_0) \\ E_{B_R}(x, b_0, b_2), \forall(b_0 < x < h_2(\alpha_R)) \\ E_{H_L}(x, h_0, h_2), \forall(h_2(\alpha_R) \leq x < h_2) \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq h_1) \cup (x \geq h_2) \\ (x - h_1) / (h_0 - h_1), \forall(h_1 < x \leq h_1(\alpha_L)) \\ (x - b_1) / (b_0 - b_1), \forall(h_1(\alpha_L) < x \leq b_0) \\ (b_2 - x) / (b_2 - h_0), \forall(b_0 < x < h_2(\alpha_R)) \\ (h_2 - x) / (h_2 - h_0), \forall(h_2(\alpha_R) \leq x < h_2) \end{array} \right\}$$

(50)

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{0, 0, 1\} \text{ uchun}$$

model PQ_7 :

$$\mu_P(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq h_1) \cup (x \geq b_2) \\ E_{H_L}(x, h_1, h_0), \forall(h_1 < x \leq h_0) \\ E_{H_L}(x, h_0, h_2), \forall(h_0 < x < h_2(\alpha_R)) \\ E_{B_R}(x, b_0, b_2), \forall(h_2(\alpha_R) \leq x < b_2) \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq h_1) \cup (x \geq b_2) \\ (x - h_1) / (h_0 - h_1), \forall(h_1 < x \leq h_0) \\ (h_2 - x) / (h_2 - h_0), \forall(h_0 < x < h_2(\alpha_R)) \\ (b_2 - x) / (b_2 - h_0), \forall(h_2(\alpha_R) \leq x < b_2) \end{array} \right\}$$

(51)

$$Mask(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{0, 0, 0\} \text{ uchun}$$

model PQ_8 :

$$\mu_P(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq h_1) \cup (y \geq h_2) \\ E_{H_L}(x, h_1, h_0), \forall(h_1 < x \leq h_0) \\ E_{H_R}(x, h_0, h_2), \forall(h_0 < x < h_2) \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall(x \leq h_1) \cup (x \geq h_2) \\ (x - h_1) / (h_0 - h_1), \forall(h_1 < x \leq h_0) \\ (h_2 - x) / (h_2 - h_0), \forall(h_0 < x < h_2) \end{array} \right\}$$

(52)

Shunday qilib, har qanday noqat'iy sonlar juftligi uchun ularning $\{h_1, h_0, h_2, b_1, b_0, b_2\}$ parametrlari orasidagi turli munosabatlar (26) uchun maskani (27) hosil qilish quyidagilarga imkon beradi: (a) mos keladigan sonlarni (avtomatik ravishda) aniqlashga

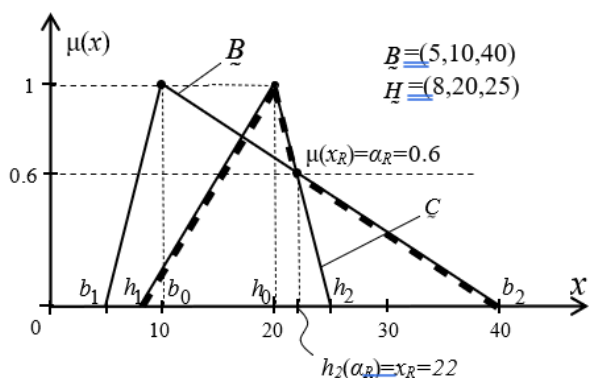


imkon beradi. ishlab chiqilgan hisoblash kutubxonasi (29)–(52) asosida hosil bo'lgan noqat'iy to'plamning gorizontal va vertikal analitik modellari va (b) x o'zgaruvchining turli qiymatlari uchun ushbu analitik modellardan $\mu_p(x)$ a'zolik funksiyasi qiymatlarini bir bosqichli hisoblash uchun foydalanish. Keyingi bo'limda hisoblash kutubxonasi (29)–(52) qo'llanilishiga asoslangan noqat'iy ma'lumotlarni qayta ishlashning raqamli misolini ko'rib chiqamiz.

Natija. TrFN uchun FN-maksimal operatsiyani amalga oshirish misolini ko'rib chiqaylik (4-rasm):

$$\underline{H} = (8, 20, 25), \underline{B} = (5, 10, 40) \quad (53)$$

TrFN parametrlari bu yerda: $h_1 = 8$; $b_1 = 5$; $h_0 = 20$; $b_0 = 10$; $h_2 = 25$; $b_2 = 40$.



4-rasm. TrFNs $\underline{H} \in R$ va $\underline{B} \in R$ ning FNs-maksimal $\underline{P} = \underline{H}(\vee)\underline{B}$.

Bunda (21) munosabatlarni quyidagicha aniqlash mumkin

$$h_1 > b_1; h_0 > b_0; h_2 < b_2. \quad (54)$$

(27), (28) va (54) yordamida biz avtomatik ravishda quyidagilarni aniqlashimiz mumkin:

(a) tegishli

$$\text{Mask}(\underline{H}, \underline{B}) = \{q_1, q_2, q_3\} = \{0, 0, 1\}$$

(b) modellarning hisoblash kutubxonasidan mos keladigan PQ_7 modeli $\{PQ_1, PQ_2, \dots, PQ_8\}$ (Table 1).

Berilgan (53) noaniq sonlarning $(\underline{H}, \underline{B})$ kesishish nuqtasi (11) uchun koordinatlarini $(h_2(\alpha_R), \alpha_R)$ (19) va (16) hisoblaymiz:

$$h_2(\alpha_R) = h_2 - \frac{(b_2 - h_2)(h_2 - h_0)}{b_2 - b_0 - h_2 + h_0} = 25 - \frac{(40 - 25)(25 - 20)}{40 - 10 - 25 + 20} = 22.0 \quad (55)$$

$$\alpha_R = \frac{b_2 - h_2}{b_2 - b_0 - h_2 + h_0} = \frac{40 - 25}{40 - 10 - 25 + 20} = 0.6 \quad (56)$$

Keyingi bosqichda biz (taniqlangan PQ_7 uchun) olingan analitik modellarning hisoblash kutubxonasidan (29)–(52) mos gorizontal P_α (41)–(42) va vertikal $\mu_p(x)$ (51) modellarini tanlashimiz mumkin.

Keyinchalik FN-maksimal $\underline{P} = \underline{H}(\vee)\underline{B}$ uchun olingan gorizontal $P_\alpha = H_\alpha(\vee)B_\alpha$ (57) va vertikal $\mu_p(x)$ (58) modellarini (4-rasm) taqdim etamiz:

$$P_\alpha = H_\alpha(\vee)B_\alpha = \left[\begin{array}{l} \{h_1 + \alpha(h_0 - h_1), \forall \alpha \in [0, 1]\}, \\ \{h_2 + \alpha(h_2 - h_0), \forall \alpha \in [\alpha_R, 1]\} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \{8 + 12\alpha, \forall \alpha \in [0, 1]\}, \\ \{25 + 5\alpha, \forall \alpha \in [0.6, 1]\} \end{array} \right],$$

(57)

$$\mu_p(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall (x \leq h_1) \cup (x \geq b_2) \\ \frac{(x - h_1)}{(h_0 - h_1)}, \forall (h_1 < x < h_0) \\ \frac{(h_2 - x)}{(h_2 - h_0)}, \forall (h_0 < x < h_2(\alpha_R)) \\ \frac{(b_2 - x)}{(b_2 - b_0)}, \forall (h_2(\alpha_R) \leq x < b_2) \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 0, \forall (x \leq 8) \cup (x \geq 40) \\ \frac{(x - 8)}{12}, \forall (8 < x < 20) \\ \frac{(20 - x)}{5}, \forall (20 < x < 22) \\ \frac{(40 - x)}{30}, \forall (22 \leq x < 40) \end{array} \right\}. \quad (58)$$

Modellar (57) va (58) aniq analitik modellar bo'lib, aniq hisoblash natijalarini olishga yordam beradi.

Gorizontal analitik model (57) har qanday $\alpha \in [0, 1]$ uchun $\underline{P} = \underline{H}(\vee)\underline{B}$ natijaviy noaniq to'plamning P_α ni hisoblash imkoniyatiga ega.

Masalan, $\alpha = 0,35$ uchun P_α natija $P_\alpha = [8 + 12\alpha, 40 - 30\alpha] = [8 + 12 \cdot 0,35, 40 - 30 \cdot 0,35] = [12,2, 29,5]$ kabi hisoblanadi.

Vertikal modeldan (58) foydalanib, $x = x^*$ ning istalgan talab qilinadigan qiymati uchun natijada olingan a'zolik funksiyasi $\mu_p(x)$ ning $\mu_p(x^*)$ qiymatini hisoblash oson. Masalan, $x^* = 21,1$ uchun



$\mu_p(21.1) = 0.78$, $x^* = 23,05$ $\mu_p(23.05) = 0.565$ ning aniq natijasiga egamiz.

Analitik modellarning ishlab chiqilgan hisoblash kutubxonasi (45)–(52) yordamida olingan aniq natijalarning ($x^* = 21.1; \mu_p(21.1) = 0.78$) va ($x^* = 23.05; \mu_p(23.05) = 0.565$) bo'linmalarini an'anaviy α -kesish usuli [29,30,43] yordamida olingan natijalar bilan solishtiramiz. (1)
 $\alpha_i = \alpha_{i-1} + \delta\alpha, (i = 1, 2, \dots, N)$

Masalan, $N = 4$ ni tanlaymiz. Bu holda, $\delta\alpha = 0.25$ va FNs-maksimal $\underline{P} = \underline{H}(\vee)\underline{B}$ uchun gorizontall modellar \underline{P}_α FNs-maksimal algoritmi (8), dastlabki ma'lumotlar yordamida hisoblanishi mumkin. $\alpha = 0$ uchun $\underline{P}_{\alpha=0} = [8, 40]$ va iterativ protsedura $\alpha_i = \alpha_{i-1} + 0.25, (i = 1, 2, 3, 4)$, quyidagicha: $S_{\alpha=0.25} = [11, 32.5]; S_{\alpha=0.5} = [14, 25]; S_{\alpha=0.75} = [17, 21.25];$ and $S_{\alpha=1} = [20, 20]$.

Tegishli gorizontall modelning $\underline{P}_{\alpha=\alpha_i}$ ning har bir komponentini aniqlash uchun turli formulalar yordamida ko'p bosqichli hisoblash protsedurasini amalga oshirish kerak:

(a) TrFN \underline{H} ning chap filiali uchun gorizontall model (4-1) yordamida $h_1(\alpha_i)$ ni hisoblash;

(b) TrFN \underline{H} ning o'ng filiali uchun gorizontall model (4-1) yordamida $h_2(\alpha_i)$ ni hisoblash;

(c) TrFN \underline{B} ning chap filiali uchun gorizontall model (6) yordamida $d_1(\alpha_i)$ ni hisoblash;

(d) TrFN \underline{B} ning o'ng filiali uchun gorizontall model (6) yordamida $d_2(\alpha_i)$ ni hisoblash;

(e) hosil bo'lgan noaniq to'plamning \underline{H} chap tarmog'i uchun gorizontall model (8) asosida va Max-operator yordamida $h_1(\alpha_i)$ ni aniqlash kerak: $h_1(\alpha_i) = h_1(\alpha_i) \vee b_1(\alpha_i) = \max. \{h_1(\alpha_i), b_1(\alpha_i)\};$

(f) hosil bo'lgan noaniq to'plamning \underline{H} o'ng tarmog'i uchun gorizontall model (8) asosida va Max-

operator yordamida $h_2(\alpha_i)$ ni aniqlash:

$$h_2(\alpha_i) = h_2(\alpha_i) \vee b_2(\alpha_i) = \max. \{h_2(\alpha_i), b_2(\alpha_i)\};$$

Tegishli natijaviy noaniq to'plam

$$\underline{P} = \sum_{i=0}^{2N} \frac{\mu_p(x_i)}{x_i} = \frac{0}{8} + \frac{0.25}{11} + \frac{0.5}{14} + \frac{0.75}{17} + \frac{1}{20} + \frac{0.75}{21.25} + \frac{0.5}{25} + \frac{0.25}{32.5} + \frac{0}{40} \quad (59)$$

Agar $x^* \notin \text{supp}(\underline{P})$, bu yerda (59) ga ko'ra $\text{supp}(\underline{P}) = \{x : \mu_p(x) > 0\} = \{8, 11, 14, 17, 20, 21.25, 25, 32.5, 40\}$

bo'lsa, u holda, keyingi bosqich sifatida, polinomga yaqinlashish yoki chiziqli interpolyatsiya protsedurasini amalga oshirish kerak. Noqat'iy to'plam (59) va chiziqli interpolyatsiya usuli asosida $x_i < x^* < x_{i+1}$ uchun $\mu_p(x^*)$ ni topamiz:

$$\mu_p(x^*) = \mu_p(x_i) + \frac{\mu_p(x_{i+1}) - \mu_p(x_i)}{x_{i+1} - x_i} (x^* - x_i) \quad (60)$$

Masalan, (a) $x^* = 22, x_5 < x^* < x_6$ uchun μ_p (22) ni (60) yordamida quyidagicha hisoblashimiz mumkin:

$$\mu_p(x^*) = \mu_p(x_5) + \frac{\mu_p(x_6) - \mu_p(x_5)}{x_6 - x_5} (22 - x_5) = 0.75 + \frac{0.5 - 0.75}{25 - 21.25} (22 - 21.25) = 0.6786 \quad (61)$$

(b) $x^* = 21.1, x_4 < x^* < x_5$ uchun:

$$\mu_p(21.1) = 1 + \frac{0.75 - 1}{21.25 - 20} (21.25 - 20) = 0.78 \quad (62)$$

(c) $x^* = 23.05, x_5 < x^* < x_6$ uchun:

$$\mu_p(23.05) = 0.75 + \frac{0.5 - 0.75}{25 - 21.25} (23.05 - 21.25) = 0.622 \quad (63)$$

Ishlab chiqilgan hisoblash kutubxonasi bilan olingan analitik modelga asoslangan hisob-kitoblar bilan solishtirganda tegishli interpolyatsiya xatolari taqdim etiladi(58):

$$x^* = 22 \text{ uchun, } \Delta_a = |0.6 - 0.6786| = 0.0786;$$

$$x^* = 21.1 \text{ uchun, } \Delta_b = |0.78 - 0.78| = 0;$$

$$x^* = 23.05 \text{ uchun, } \Delta_c = |0.565 - 0.622| = 0.057;$$

bu 13,10%, 0,00% va 10,08% nisbiy qiymatlariga (foizda) mos keladi.

Bu misollar interpolyatsiya xatolarining $x_5 < x^* < x_6$ sharti uchun mavjudligini ko'rsatadi.



Umumiy holatda bu xatolar $[x_k, x_{k+1}]$ va $[x_j, x_{j+1}]$ oraliqlariga tegishli bo'lgan x^* qiymatlari uchun mavjud bo'lib, ular tegishli shartlarga ega: $h_1(\alpha_L) \in [x_k, x_{k+1}]$ va $h_2(\alpha_R) \in [x_j, x_{j+1}]$. α -kesimlarning N sonini oshirish orqali interpolatsiya xatolarini kamaytirish mumkin, ammo bu holda hosil bo'lgan noaniq to'plam (59) ko'proq komponentlarga ega bo'ladi va ko'p bosqichli hisoblar tufayli hisoblash vaqti sezilarli darajada oshadi.

Xulosa. Ushbu ishning asosiy hissasi metodologik yondashuv va noqat'iy ma'lumotlarni qayta ishlash uchun "bir bosqichli" hisoblash algoritmini ishlab chiqish bilan bog'liq: (a) taklif qilingan uch komponentli maska yordamida FN parametrlari o'rtasidagi munosabatlarni baholash; (b) noqat'iy ma'lumotlarni qayta ishlashning yuqori aniqligini ta'minlaydigan noaniq to'plamlar uchun universal gorizont va vertikal analitik modellarni ishlab chiqish; va (c) FN parametrlari o'rtasidagi turli kombinatsiyalar uchun "bir bosqichli" hisoblashni amalga oshirish imkonini beruvchi natijaviy analitik modellarning umumlashtirilgan hisoblash kutubxonasini yaratish.

Gorizont va vertikal analitik modellarning tavsiya etilgan hisoblash kutubxonasi (29)–(52) real vaqt rejimida ma'lumotlarni yanada samarali qayta ishlash imkonini beradi. Uchburchak noqat'iy raqamlar parametrlari bilan FN-maksimal operatsiyalarni qo'llash va amalga oshirish haqida gap ketganda, TrFNs parametrlari asosida hisoblash kutubxonasidan dastlabki sintezlangan analitik modellarni tanlash kerak. Ushbu yondashuv ma'lumotlarni qayta ishlashning hisoblash tezligini sezilarli darajada oshirishga olib keladi, chunki gorizont va vertikal modellarning tavsiya etilgan kutubxonadan foydalanish noqat'iy ma'lumotlarni qayta ishlashda faqat bir bosqichli hisoblashni avtomatlashtirish rejimini amalga oshirishga imkon beradi, xususan, FN-maksimal arifmetik operatsiya $P = \underline{H}(\vee)\underline{B}$ ni hisoblash uchun.

Ba'zi amaliy qo'llanmalarda turli ma'lumotlar oqimlari uchun yig'ish algoritmlari yordamida katta

ma'lumotlarni (tasodifiy vaqt seriyalari, tasodifiy oqibatlar va boshqalar) siqilgan noqat'iy to'plamlar (noqat'iy raqamlar) sifatida ko'rsatish kerak [15-17]. Taklif etilgan hisoblash kutubxonasidan foydalanib, bunday tasodifiy oqimlarni yoki "Katta ma'lumotlar-noqat'iy ma'lumotlar" ni qayta ishlash uchun to'rt bosqichli algoritmdan foydalanish mumkin:

(a) Katta ma'lumotlarning har bir tasodifiy oqimi yoki natijasi siqilgan noqat'iy to'plamga (noqat'iy son) aylantirilishi mumkin [14-18]. Shuningdek tartiblangan noqat'iy raqamlar va tartiblangan noqat'iy to'plamlar [15] ishlatiladi;

(b) siqilgan noqat'iy to'plamni uchburchak noqat'iy son bilan yaqinlashtirish va TrFNs parametrlarini aniqlash;

(c) har qanday TrFN juftligi uchun ularning parametrlari o'rtasidagi munosabatlarga asoslangan maskani (21) aniqlash;

(d) TrFN
 $\{\underline{H}(+)\underline{B}, \underline{H}(-)\underline{B}, \underline{H}(\times)\underline{B}, \underline{H}(\div)\underline{B}, \underline{H}(\wedge)\underline{B}, \underline{H}(\vee)\underline{B}\}$
bilan noqat'iy arifmetikaning istalgan amalini bajarish uchun hosil bo'lgan noqat'iy to'plamning mos gorizont va vertikal modellarini tanlash (tegishli hisoblash kutubxonasidan). FN-maksimalni amalga oshirish uchun 4-bo'limda taklif qilingan hisoblash kutubxonasidan foydalanish mumkin.

TrFN ning noqat'iy maksimumlari uchun olingan analitik modellarning hisoblash kutubxonasini sintez qilishning ushbu yondashuvi TRFN ning chap va o'ng tarmoqlari uchun kesishish nuqtalarini tahlil qilishga asoslangan va turli xil noaniq to'plamlarning ma'lumotlarini qayta ishlash tegishli hisoblash kutubxonalarini qurish orqali a'zolik funktsiyalarining shakllari (gauss, qo'ng'iroq shakli, eksponensial, trapezoidal va boshqalar). uchun muvaffaqiyatli qo'llanilishi mumkin.

Simulyatsiya natijalari turli xil amaliy ilovalar uchun gorizont va vertikal analitik modellarning tavsiya etilgan hisoblash kutubxonasining universalligi va samaradorligini tasdiqlaydi. Hisoblash kutubxonasi ilovasi turli boshqaruv va qarorlar qabul qilish muammolarini hal qilishda, masalan, "universitet-sanoat" hamkorligining optimal modelini tanlashda [16], biznes, ta'lim, sportda hamkorlarni tanlashda



noqat'iy ma'lumotlarni qayta ishlash uchun tavsiya etilishi mumkin. yoki madaniyat almashinuvi [17-18], noaniqlik sharoitida marshrutni rejalashtirish va optimallashtirish [18-19], portfel tanlash [20], mutaxassislarning malaka darajasini baholash, dinamik muhitda robotlarni boshqarish [18-20], ko'p sensorli ma'lumotlarni qayta ishlash bilan sanoat jarayonlari [21] va boshqalar. Ishlab chiqilgan hisoblash kutubxonasini qo'llash (29) - (52) FN ning uchburchak shaklidan foydalanish bilan cheklangan. Kelgusi tadqiqotlarda kutubxonaning noqat'iy raqamlarning turli shakllari uchun kengayishi, shuningdek, turli amaliy va real muammolarni hal qilish uchun qo'llanilishi ko'rib chiqilishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. N. R. Yusupbekov, A. R. Marakhimov, H. Z. Igamberdiev, and Sh. X. Umarov. An adaptive fuzzy-logic traffic control system in conditions of saturated transport stream. 2016. The Scientific World Journal Volume 2016 |Article ID 6719459 | <https://doi.org/10.1155/2016/6719459>.
2. Chertov, O., Mylovanov, T., Kondratenko, Y., Kacprzyk, J., Kreinovich, V., Stefanuk, V., Recent Developments in Data Science and Intelligent Analysis of Information, Proceedings of the XVIII International Conference on Data Science and Intelligent Analysis of Information, Kiev, Ukraine, 4-7 June 2018; (Eds.) Series: Advances in Intelligent Systems and Computing; Springer International Publishing: Kyiv, Ukraine, 2019; Volume 836, ISBN 978-3-319-97884-0.
3. Zgurovsky, M.Z.; Zaychenko, Y.P. The Fundamentals of Computational Intelligence: System Approach; Series: Studies in Computational Intelligence; Springer: Cham, Switzerland, 2017; Volume 652, ISBN 978-3-319-35160-5.
4. Y. Ge, "A two-stage fuzzy logic control method of traffic signal based on traffic urgency degree," *Modelling and Simulation in Engineering*, vol. 2014, Article ID 694185, 6 pages, 2014.
5. Kondratenko, Y.P.; Kozlov, O.V.; Gerasin, O.S.; Zaporozhets, Y.M. Synthesis and research of neuro-fuzzy observer of clamping force for mobile robot automatic control system. In Proceedings of the 2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP), Lviv, Ukraine, 23-27 August 2016; pp. 90-95.
6. O.O.Zaripov, U.Sh.Khamrakulov, A.A.Ashuraliyev. Methods and Software Tools for Modeling Dynamic Intelligent Systems. International scientific and technical journal Chemical Technology. Control and Management № 2, pp. 81-87, 2022
7. N. R. Yusupbekov and A. R. Marakhimov, "Synthesis of the intelligent traffic control systems in conditions saturated transport stream," *International Journal of International Journal of Chemical Technology, Control and Management Jointly with the Journal of Korea Multimedia Society*, vol. 3-4, pp. 12-18, 2015.
8. F. Sattar, F. Karray, M. Kamel, L. Nassar, and K. Golestan, "Recent advances on context-awareness and data/information fusion in ITS," *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*, vol. 14, no. 1, pp. 1-19, 2016.
9. Kacprzyk, J.; Zadrozny, S.; De Tré, G. Fuzziness in database management systems: Half a century of developments and future prospects. *Fuzzy Sets Syst.* 2015, 281, 300-307.
10. Zadeh, L.A. Fuzzy Sets. *Inf. Control* 1965, 8, 338-353.
11. Slauddin, F.; Rahman, T.R. A Fuzzy based low-cost monitoring module built with Raspberry Pi-Python-Java architecture. In Proceedings of the 2015 International Conference on Smart Sensors and Application (ICSSA), Kuala Lumpur, Malaysia, 26-28 May 2015; pp. 127-132.
12. Pozna, C.; Minculete, N.; Precup, R.-E.; Kóczy, L.T.; Ballagi, A. Signatures: Definitions, operators and applications to fuzzy modeling. *Fuzzy Sets Syst.* 2012, 201, 86-104.
13. Hanss, M. Applied Fuzzy Arithmetics: An Introduction with Engineering Applications;



- Springer: Berlin/Heidelberg, Germany; New York, NY, USA, 2005; ISBN 978-3-540-24201-7.
14. Siddikov I.X., Iskandarov Z. (2018) Synthesis of adaptive-fuzzy control system of dynamic in conditions of uncertainty of information // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 5(1): 5089-5093.
 15. Stefanini, L.; Sorini, L.; Guerra, M.L. Fuzzy Numbers and Fuzzy Arithmetic. In *Handbook of Granular Computing*; Pedrycz, W., Skowron, A., Kreinovich, V., Eds.; John Wiley and Sons: New York, NY, USA, 2008; pp. 249–283, ISBN 978-0-470-03554-2.
 16. Sidikov I.X., Umurzakova D.M. (2019) Adaptive neuro-fuzzy regulating system of the temperature mode of the drum boiler // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 6(1): 7869-7872.
 17. [Ahmad Kermani](#), [Seyed Mohamad Kargar](#), Fuzzy modelling of combustion efficiency and control of excess air flow case study: 320-MW steam unit/Isfahan Power Plant/Iran. *Clean Energy*, Volume 5, Issue 2, June 2021, Pages 229–242, <https://doi.org/10.1093/ce/zkab005>.
 18. Kondratenko, Y.; Kondratenko, N. Computational Library of the Direct Analytic Models for Real-Time Fuzzy Information Processing. In *Proceedings of the 2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP)*, Lviv, Ukraine, 21–25 August 2018; pp. 38–43, ISBN 978-1-5386-2875-1
 19. Kerre, E.E. A tribute to Zadeh's extension principle. *Sci. Iran*. 2011, 18, 593–595.
 20. У.Ш.Хамракулов, А.А.Ашуралиев, "Нейрон тармоқлари ахборотни қайта ишлаш воситаси сифатида", *UZA ILM-FAN Elektron jurnal* 2022 йил июнь ойи сони №6 (32) <https://uza.uz/posts/385584>.
 21. Linares-Mustarós, S.; Merigó, J.M.; Ferrer-Comalat, J.C. A Method for Uncertain Sales Forecast by Using Triangular Fuzzy Numbers. In *Modeling and Simulation in Engineering,*

Economics and Management—MS 2012; Engemann, K.J., Gil-Lafuente, A.M., Merigo, J.M., Eds.; *Lecture Notes in Business Information Processing*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2012; Volume 115, pp. 98–113, ISBN 978-3-642-30433-0.



TRIKOTAJ TO'QIMALARINING SHAKL SAQLASH XUSUSIYATLARINI RAQAMLI BAHOLASH USULLARI

Sharibayev Nosirjon Yusubjanovich,
Namangan Muhandislik texnologiyalari instituti
Fizika matematika fanlari doktori, professor
sharibayev_niti@mail.ru

Kayumov Ahror Muminjonovich,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali katta o'qituvchisi.
3293535ahror@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotning maqsadi tasvirni tahlil qilish yordamida matoning qisqarishi va shikastlanishini raqamli baholash usullarini ishlab chiqishdir. Ishlab chiqilgan baholash usuli haqiqiy o'lgangan qiymatdan 1 mm dan kamroq farq qiladigan qiymatni beradi, bu uning ahamiyatini tasdiqlaydi. Haqiqiy matodan foydalangan holda zararni baholash usulini ishlab chiqish uchun odatiy xosil bo'lgan teshiklaridagi iplarni bo'shatish natijasida yuzaga keladigan maydonning o'zgarishi baholanadi. Ishlab chiqilgan usulda maydon o'zgarishi va an'anaviy usulda bo'shashgan iplar soni yuqori korrelyatsiyaga ega. Sinov matosidagi nuqtalar sonini o'lchashdan oldin va keyin solishtirish ishlab chiqarish jarayonida noto'g'ri yaratilgan nuqtalarni ajratish va yetishmayotgan nuqtalar sonini aniq o'lchash imkonini beradi, natija haqiqiy o'lchovga o'xshash bo'ladi. Baholash usulini raqamlashtirish baholovchilar o'rtasidagi mehnat va xatolarni kamaytirish orqali kiyim sifatini baholashning raqamli o'zgarishiga hissa qo'shishi mumkin.

Kalit so'zlar: Matoning qisqarishi, matoning shikastlanishi, tasvirni tahlil qilish, raqamlashtirish.

Kirish. Texnologik rivojlanish va bozorning diversifikatsiyasi tufayli kiyim-kechak mahsulotlari juda funktsional va xilma-xil bo'lib qoldi. Shu munosabat bilan, yuvish va quritish kabi foydalanish bosqichida kiyimning asl funksiyasini yoki hajmini saqlab qolish muhimdir. Shu sababli, kir yuvish va quritgich ishlab chiqaruvchilari va iste'molchilari doimiy ravishda kiyim-kechak mahsulotlarini boshqarishga e'tibor berishadi. Xususan, kir yuvish mashinasi suv, mexanik kuch ta'sirida matoning deformatsiyasi va shikastlanishiga olib kelishi mumkin. Yuvish natijasida etkazilgan zarar eskirish va foydalanishdan ko'ra ko'proq bo'lishi mumkin.

Matolarning deformatsiyasi va shikastlanishini muhokama qilish uchun aniq o'lchash usuli talab qilinadi. Hozirgi vaqtda matoning qisqarishini o'lchash uchun ishlatiladigan standartlarga AATCC 135, AATCC 150, ISO 6330 va boshqalar. Kir yuvish mashinasi yoki quritgichning mexanik kuchi sifatida ham ifodalangan matoning shikastlanishini

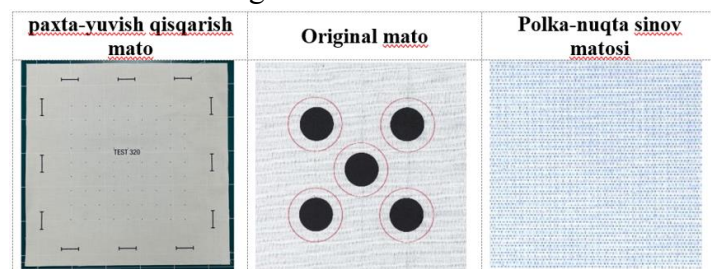
baholashning standart usullari ISO 7772-1 (Sanoat kir yuvish mashinalarining to'qimachilikka ta'siri bo'yicha baholash; ISO 7772, 1998) ni o'z ichiga oladi. Mashinada mexanik ta'sirni aniqlash uchun neylon mato (E-304), (E-307) va Original Daniya Sinov matosi (MA-24) kabi sinov matolari odatda qo'llaniladi (ISO 7772-1, 1998; Talu, 2021; Swisstat Testmaterialien, 2018; Gallen Daniel & Feliks, 2011). Biroq, kiyim-kechak mahsulotlari sifatini baholashning mavjud usullarida natija o'lchovchining mahoratiga qarab farq qilishi mumkin va o'lchovchilar o'rtasidagi farqlar noto'g'ri natijalarga olib kelishi mumkin. Ya'ni, baholash uchun asos bo'lgan takrorlanuvchanlik, takrorlanuvchanlik va aniqlikni olishda qiyinchilik bor edi; Shunday qilib, ularni ob'ektiv va qayta-qayta baholay oladigan usul kerak (Textor va boshq., 2019). Sari-Sarraf va boshqalar. (2002) o'lchovli barqarorlikni o'lchashni raqamlashtirish uchun tasvirni qayta ishlash algoritmini ishlab chiqish orqali ushbu muammoni



yaxshilashga harakat qildi. Bundan tashqari, mato shaklining saqlanishini ob'ektiv baholash uchun kundalik hayotda shaklni saqlash jarayonini simulyatsiya qilish bilan birga tasvir tahlili ham qo'llanildi (Vang va boshq., 2020).

Ushbu tadqiqotning maqsadi qo'lda o'lchash va o'lchagichlar orasidagi og'ishlar natijasida yuzaga keladigan xato omillarini minimallashtirish orqali matoning qisqarishi va shikastlanishini ob'ektiv baholay oladigan usullarni ishlab chiqish, shuningdek, baholash usullarini raqamlashtira oladigan dasturiy ta'minotni ishlab chiqishdir. Raqamli baholashlar takrorlanuvchanlik, takrorlanuvchanlik va aniqlikni ta'minlagan holda o'lchash vaqtini qisqartirishi mumkin. Bu, shuningdek, matoning qisqarishi va shikastlanishiga oid keyingi tadqiqotlarning ishonchligini oshirishga yordam beradi.

Metodlar. Sinov matosining har bir pozitsiyasi uchun qisqarish va egrilik ma'lumotlarini olish uchun mavjud paxta matosi uchun qisqarish sinov matosidagi belgilarga qo'shimcha ravishda 81 nuqta, shu jumladan 2 sm oraliqda to'qqizta gorizontaal chiziq va to'qqizta vertikal chiziq ishlatilgan (E-320). Matoning shikastlanishini baholash uchun Te Original Danish Sinov matosi (MA-24, Testfabrics Inc., West Pittston, PA, AQSH) va sinov matosi (E-307, Testfabrics Inc., West Pittston, PA, AQSH) ishlatilgan. Asl Daniya Sinov matosi uchun hududdagi o'zgarishlarni kuzatish uchun aylananing tashqi chetidan 1 sm masofada joylashgan joyga konsentrik doira chizilgan. 1-rasmda tajriba oldidan har bir o'lchov sinov matosining ko'rinishi ko'rsatilgan.



1-rasm. Matolarni qisqarish va shikastlanish o'lchovlari uchun sinov

Sinov matosini skanerlash. Sinov matolari yuvishdan oldin va keyin 300 dpi ruxsatda Epson WorkForce DS-50000 skaneri yordamida skanerlangan. Te Sinov matosi oq ipni aniq aniqlash uchun qora fonda skanerdan o'tkazildi.

Ishlab chiqilgan baholash usulining to'g'riligini tasdiqlash uchun xatolarni tekshirish tajribasi o'tkazildi. 1%, 2%, 3%, 4% va 5% qisqarish holatlarini o'rnatish uchun siqilish sinovi matoning egri yo'nalishi bo'yicha qisqargan pozitsiyada nuqta va belgilar chizilgan. Keyinchalik, zanglamaydigan po'latdan yasalgan o'lchagich va ishlab chiqilgan usul yordamida o'lchangan qisqarish darajalari solishtirildi va tahlil qilindi.

Sinov matosi uchun dastlabki sinov matoidagi nuqtalar soni ishlab chiqilgan o'lchov usuli yordamida o'lchandi va raqamning 1%, 2%, 3%, 4% va 5% ga mos keladigan nuqtalar o'chirildi. xatoni tekshirish uchun tasodifiy joylar. Olingan qiymatlar sinov matosi ishlab chiqaruvchisi tomonidan taqdim etilgan J Image o'lchov qiymatlari, ΔY , haqiqiy qiymatlar va ushbu tadqiqotda ishlab chiqilgan o'lchash usuli yordamida taqqoslandi. Sinov matosi uchun xatoni tekshirish amalga oshirilmadi, chunki haqiqiy o'lchov tamoyillari va ishlab chiqilgan o'lchov usuli boshqacha edi.

Ishlab chiqilgan baholash usullari turli haroratlar, vaqtlar va mexanik kuchlar ostida qisqarish va shikastlanishni aniq o'lchashi mumkinligini tasdiqlash uchun kiyim yuvish mashinasining haqiqiy iste'molchi foydalanish shartlari bo'lgan jun, normal va sanitariya davrlari yordamida tekshirish amalga oshirildi.

Faqat mexanik kuchning ta'sirini tekshirish uchun yuvish vaqti o'zgartirildi va qisqarish va shikastlanish o'lchandi. Oddiy tsiklga asoslanib, 40 ° C da 17,7 L suv ishlatilgan. Yuvish vaqtlari oddiy siklning yuvish vaqtiga (30 minut) asoslangan holda 15, 30, 45 va 60 daqiqaga o'rnatildi. Kir yuvish tezligi 46 rpm ga o'rnatildi va teskari ritm 10 s / 10 s (yoqish / o'chirish) ga o'rnatildi. Yuvi bo'lgandan so'ng, matolar yuvilmasdan aylantirilib, keyin quritilgan.

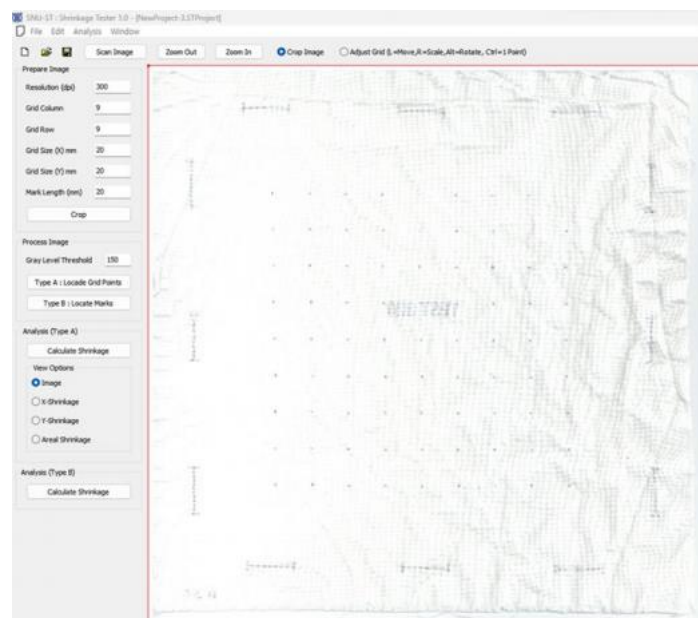
Har bir tekshirish uchun tajribalar uch marta takrorlandi. Ishlab chiqilgan dasturiy ta'minotdan foydalanganda o'lchovchilar o'rtasida hech qanday



farq yo'q edi. Haqiqiy o'lchovlar uchta panelist tomonidan individual ravishda o'tkazildi.

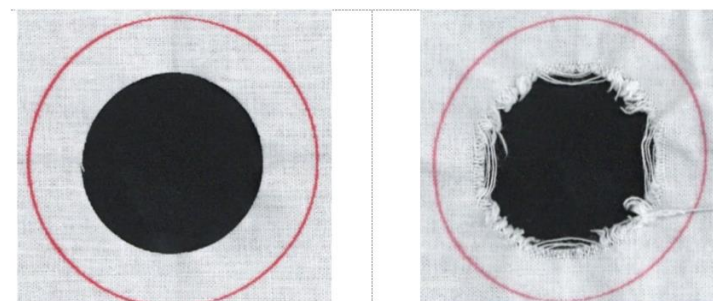
Sinov matosidan foydalangan holda zararni o'lchash nuqtai nazaridan, IBM SPSS Statistics hududdan foydalangan holda yangi ishlab chiqilgan usul va bo'shashgan iplar sonidan foydalangan holda mavjud usul o'rtasidagi korrelyatsiya tahlili uchun ishlatilgan.

Natija. Nuqtalar yordamida matoning qisqarishini baholash g'oyasini yaratish va dasturlash. Belgilar yordamida mavjud o'lchash usuli faqat egri va to'quv yo'nalishidagi uchta joyda qisqarishni o'lchashi mumkin. Biroq, har bir joyda matoning qisqarishidagi o'zgarishlar aniqlanishi kerakligi sababli, barcha joylarda qisqarishni aniqlash uchun nuqtalar yordamida o'lchash usuli ishlab chiqilgan. Nuqtalar yordamida o'lchovlarni bajarish nafaqat bir nechta joylarni, balki nuqtalar orasidagi masofaning o'zgarishiga asoslangan bir nechta yo'nalishlarni ham tahlil qilish imkonini beradi va shu bilan an'anaviy usullar bilan solishtirganda qisqarish bilan bog'liq turli xil ma'lumotlarni taqdim etadi. Nuqtalar dasturiy ta'minot tomonidan avtomatik ravishda tan olinadi va agar noto'g'ri joy aniqlansa, o'lchagich uni qo'lda o'zgartirishi mumkin. 2-rasmda ko'rsatilganidek, nuqtaga asoslangan o'lchash usulidan foydalanib, burilish (Y) va to'quv (X) yo'nalishlaridagi qisqarish, shuningdek, maydonning qisqarish darajasi va egrilik qiymatini olish mumkin. Bundan tashqari, 2-rasmda ko'rsatilganidek, joylashuv bo'yicha qisqarish darajasini tasvir orqali aniqlash mumkin.



2-rasm. Matoning qisqarishini tekshirgich yordamida qisqarish tahlili.

Sinov matosi uchun an'anaviy usuldan foydalanganda, to'rt tomondan bo'shatilgan iplar soni hisoblangan vahosil qilingan teshiklari uchun baholangan. Biroq, o'lchagichning fikriga ko'ra, xato muhim ahamiyatga ega, chunki har bir o'lchagich uchun bo'shashgan iplar mezonlari har xil bo'ladi va baholashda singan iplarni hisoblash usuli boshqacha. Shu sababli, bo'shashgan ip mexanik kuch ta'sirida va 3-rasmdagi kabi sohadagi o'zgarishlar tufayli teshikka surilganligi sababli, gazlamaning shikastlanish darajasi mexanik kuch ta'sirida teshik maydonining o'zgarishiga qarab baholandi.

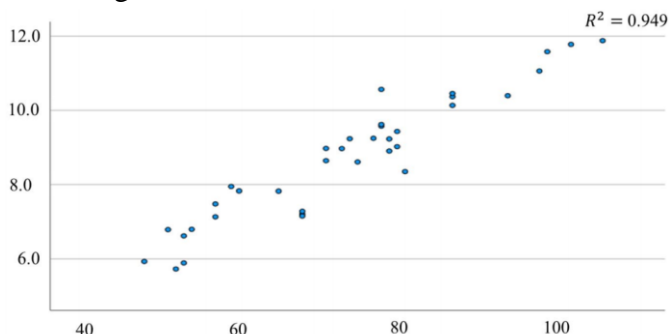


3-rasm. Oldin va keyin Sinov matosining maydoni o'zgarishi

Teshik chetidagi ipni mexanik kuch bilan bo'shatganda, u teshikning ichki qismini egallagan va maydon qisqargan. Bu vaqtda yuvish orqali kiritilgan



qisqarish yoki cho'zilish sinovdan o'tgan mato maydoniga ta'sir qildi. Shunday qilib, radiusi teshik radiusidan 1 sm kattaroq aylana chizilgan va aylana asosida qora piksellarning o'zgargan maydon nisbati hisoblangan.



4-rasm. Hududning o'zgarishi va bo'shashgan iplar soniga asoslangan matoning shikastlanishi o'rtasidagi bog'liqlik

O'lchov usulini qo'llaydigan dasturiy ta'minotdan foydalanish tartibi quyidagicha. Yuvishdan oldin va keyin sinov matosini skanerlash va tasvirlashdan so'ng, dastur 4-rasmda ko'rsatilganidek, tasvirlarni yukladi. Te maydoni barcha teshiklarni o'z ichiga olish uchun qo'lga kiritildi va kesildi. "O'lchov" tanlanganda, yuvishdan oldin va keyin qora piksellar maydonining o'zgarishi va matoning shikastlanish darajasi ko'rsatiladi.

Sinov matoidagi teshik bilan bog'liq holda, bo'shashgan iplar sonini hisoblashning mavjud usuli va maydon o'zgarishiga asoslangan yangi kiritilgan usul o'rtasidagi bog'liqlik tekshirildi. 36 ta namuna uchun olingan natijalar 6-rasmda ko'rsatilgan. Mavjud usul va maydonga asoslangan usul o'rtasidagi bog'liqlik $R^2 = 0,949$ bilan ko'rsatilgan va bu ularning muhim korrelyatsiyasini tasdiqlagan. Reyting yoki interval 36 ta namunada to'liq mos kelmadi, chunki maydonga asoslangan usul nafaqat bo'shashgan halqa va to'quv iplarini, balki burchakdagi bo'shashgan iplarni ham o'z ichiga oladi, bu maydon o'zgarishiga ta'sir qiladi. Burchakda bo'shashgan ip mexanik kuch ta'sirida o'zgarishlarni aks ettirganligi sababli, uni baholashga kiritish mazmunli bo'ladi.

Test yordamida matoning shikastlanishini baholash g'oyasini yaratish va dasturlash Y qiymatidagi farqiga asoslangan bo'lib, u nuqtalar

tushib qolganmi yoki yangi dastur yordamida nuqtalarni tanib olish usuliga qarab o'zgaradi. Biroq, bu usullarning hech biri tushgan nuqtalar sonini aniqlay olmadi, chunki ishlab chiqarish jarayonida ba'zi nuqtalar to'liq yoki qisman yo'q qilinadi va bu nuqtalarni hisoblash qiyin. sinov matosini ishlab chiqaruvchisi ta'kidlashicha, 30% dan past bo'lgan nuqta tushib ketgan nuqta sifatida qabul qilinadi. Shunga ko'ra, taklif qilingan usulda har bir nuqta egallagan pikselni shunday hisoblash mumkinki, tushgan nuqtalar yuqoridagi mezon bo'yicha aniqlanishi mumkin. Bundan tashqari, yuvishdan oldin ba'zi nuqtalar yo'qoldi. Bundan oldin, yuvish yo'li bilan etishmayotgan nuqtalar sonini aniq aniqlash uchun yuvishdan oldin va keyin tasvirlar solishtirildi.

Xulosa. Ushbu tadqiqotning maqsadi matoning qisqarishi va shikastlanishini aniq baholash uchun yangi usulni ishlab chiqish va raqamlashtirish edi. To'r nuqtalari yordamida turli yo'nalishlarda, shuningdek, an'anaviy o'ralgan va to'quv yo'nalishlarida qisqarishni o'lchash va maydonning qisqarishi va egriligini ta'minlash mumkin. Bundan tashqari, joylashuvga qarab matoning qisqarishini intuitiv ravishda ko'rsatadigan tasvir xaritasi taqdim etilishi mumkin. Ishlab chiqilgan usul muhim ahamiyatga ega, chunki u haqiqiy o'lchangan qiymatlardan 1 mm dan kam farq qiladigan qiymatlarni beradi, bu haqiqiy o'lchovda ishlatiladigan o'lchagichning minimal birligidan kamroq.

Sinov matosidan foydalangan holda matoning shikastlanishini baholash uchun bo'shatilgan iplar soni o'rniga mexanik kuch tufayli maydonning o'zgarishiga asoslangan o'lchov usuli ishlab chiqilgan, bu o'lchovchiga qarab farq qilishi mumkin. Buning sababi shundaki, teshik chetidagi iplar mexanik kuch ta'sirida bo'shashganda, ular teshikning ichki qismini egallaydi va maydoni kamayadi. Bu bo'shashtirilgan iplar sonidan foydalangan holda mavjud baholash usulining natijalari bilan yuqori darajada bog'liq. sinov matosidan foydalangan holda matoning shikastlanishini o'lchashda ishlab chiqarish jarayonida noto'g'ri qilingan nuqtalarni mukammal ajratib ko'rsatish amalga oshirildi, bu ularni tushgan nuqtalarning haqiqiy soniga eng o'xshash qiymat



sifatida ifodalash imkonini berdi; Bunga mavjud baholash usullari bo'lgan Image J dasturiy ta'minoti va ΔY yordamida erishib bo'lmadi. Tushgan nuqtalar soniga qo'shimcha ravishda, joylashuvga asoslangan olib tashlash darajasi, daraja va tashlab ketish ma'lumotlari taqdim etildi, bu esa matoning shikastlanishini ko'p qirrali tahlil qilish imkonini berdi. Bundan tashqari, nuqtalar yordamida matoning qisqarishi aniq o'lchandi. Shunday qilib, kabi sinov matoni yaratishda, agar substrat mato va polimerni tashkil etuvchi nuqtalar yaxshi birlashtirilishi mumkin bo'lsa, u holda matoning qisqarishi va shikastlanishini bir vaqtning o'zida o'lchash mumkin.

Ishlab chiqilgan usullarning to'g'riligini baholash uchun xatolarni tekshirish o'tkazildi. Ularning qo'llanilishini tasdiqlash uchun tekshirish jun, normal va sanitariya davrlarida har xil yuvish harorati va mexanik kuchlarda o'tkazildi. Haroratdan tashqari faqat mexanik kuchning ta'sirini tekshirish uchun har xil yuvish vaqtlarida qo'shimcha tekshirish o'tkazildi.

Raqamli o'lchash usulini ishlab chiqish orqali o'lchagichlar orasidagi xatolikni aniq va yuqori natijalar orqali kamaytirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Yun E., Kim S., Yun C. Development of digitized evaluation methods for fabric shrinkage and damage using image analysis //Fashion and Textiles. – 2023. – T. 10. – №. 1. – C. 23.

2. Fan, J., & Hunter, L. (2009). Engineering Apparel Fabrics and Garments. Woodhead Publishing. Gallen Daniel, F., & Felix, F. (2011). Article 306 / 307 "POKA DOT" Test Fabric for Mechanical Action. EMPA Testmaterialien AG..

3. Hill, M., Kamalakannan, S., Gururajan, A., Sari-Sarraf, H., & Hequet, E. (2011). Dimensional change measurement and stain segmentation in printed fabrics. Textile Research Journal, 81(16), 1655–1672.

4. Cho, Y., Yun, C., & Park, C. H. (2017). The effect of fabric movement on washing performance in a front-loading washer IV: under 3.25-kg laundry load condition. Textile Research Journal, 87(9), 1071–1080..

5. ISO 7772-1. (1998). Assessment of industrial laundry machinery by its effect on textiles—part 1. Washing machines.

6. Jasińska, I. (2019). The algorithms of image processing and analysis in the textile fabrics abrasion assessment. Applied Sciences, 9(18), Article 3791.

7. Qayumov A. Dasturiy ta'minot sifat ko'rsatkichlarini o'lchash xususiyatlari //Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions". – 2023.

8. Зулунов Р. М., Каюмов А. М. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ-ОТ МИФОЛОГИИ ДО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ //Proceedings of International Educators Conference. – 2022. – Т. 1. – №. 2. – С. 25-30.

9. Kayumov A. Development of mathematical models for detecting defects in fabric on textile machines //Journal of technical research and development. – 2023. – Т. 1. – №. 2.

10. Kayumov A. СОЗДАНИЕ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПРОГРАММЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН //Потомки Аль-Фаргани. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 49-52.

11. Muminjonovich K. A. CREATING MATHEMATICAL MODELS TO IDENTIFY DEFECTS IN TEXTILE MACHINERY FABRIC //Al-Farg'oniy avlodlari. – 2023. – Т. 1. – №. 4. – С. 257-261.

12. Muminjonovich K. A. METHODS OF TECHNOLOGICAL MACHINERY MONITORING AND FAULT DIAGNOSIS. Intent Research Scientific Journal, 2 (10), 11–17. – 2023.



BAHOLASH NAZARIYASI USULI ASOSIDA AVTOMATIK TIZIMLARNI DIAGNOSTIKALASH ALGORITMLARI

Xasanova Maxinur Yuldashbayevna,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali
Kompyuter tizimlari kafedrasida katta o'qituvchisi,
butterflytatu91@gmail.com

Yo'ldosheva Dilfuza Shokir qizi,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali
Kompyuter tizimlari kafedrasida assistenti
dildufuzayoldosheva1992@gmail.com

Burxonova Malohat Mamirovna
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona filiali
Kompyuter tizimlari kafedrasida assistenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada tashqi buzilishlar mavjud bo'lganda texnologik jarayonlarning holatini aniqlash masalasi oddiy chiziqli differensial tenglamalar yoki uzatish funksiyalari yordamida o'rganilgan. Ushbu turdagi matematik modellarga imkon beradigan texnik obyektlar va tizimlar sinfi juda keng va turli xil tizimlarni o'z ichiga oladi. Boshqaruv elementlari, monitorlar, o'lchash datchiklari, axborotni qayta ishlash, saqlash va uzatish tizimlari, konsentrlangan va taqsimlangan parametrlarga ega tizimlar, mexanik, gidravlik, elektr, elektron qurilmalar va boshqalardir. Taklif etilayotgan algoritmlar ishlab chiqarishning dinamik boshqaruv tizimlarida quyi tizimlarni diagnostika qilish, shuningdek Kalman tipidagi filtrni yangilash ketma-ketligi yordamida dinamik tizimlardagi muammolarni aniqlash va diagnostika qilish uchun taklif etiladi. Shu munosabat bilan dinamik tizimlarni diagnostika qilish va optimallashtirish algoritmlarini va ularning dasturiy ta'minotini ishlab chiqish tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: avtomatik boshqaruv tizimi, diagnostika, Kalman filtri, stoxastik model, faza vektori, kovaryans matritsalarini, Gauss ketma-ketliklari, matritsa.

KIRISH. Texnik diagnostika texnik ob'ektlarning holatini baholash tamoyillari, usullari va qurilmalarini o'rganadigan bilim sohasi sifatida o'rganilayotgan tizimlarning samaradorligi va sifatini oshirishga qaratilgan sohadir. Uning asosiy vazifasi tekshirilayotgan ob'ektning texnik holatini unga yuklangan funksiyalarning to'g'ri bajarilish nuqtai nazaridan aniqlashdir.

Diagnostika jarayoni paytida hal qilinishi mumkin bo'lgan uchta turdagi vazifalar mavjud: xizmatga yaroqliligini, ishlashini va to'g'ri ishlashini tekshirish.

Boshqarish tizimi, agar unda nuqsonlar bo'lmasa, xizmatga yaroqli hisoblanadi. Xizmatga yaroqliligini tekshirish diagnostika ob'ektining texnik

holatini baholash uchun to'liq testlarni talab qiladi va shuning uchun eng qiyin hisoblanadi.

Tizimning ishlashi barcha taqdim etilgan rejimlarda barcha funksiyalarini bajarish qobiliyatini anglatadi. Shu bilan birga, tizimning asosiy funksiyalarini yo'qotishiga olib kelmaydigan nuqsonlarga yo'l qo'yiladi. Sog'liqni saqlash tekshiruvini ham ancha vaqt talab etadi, chunki u tizimning barcha ish rejimlarida ko'rsatilgan barcha funksiyalarning to'g'riligini tahlil qilishni o'z ichiga oladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METOD.

Hozirgi vaqtda noaniqlik sharoitida baholashga ko'plab yondashuvlar mavjud [1-3]. Biroq, ularning barchasi ma'lum tizim modellaridan foydalanishga asoslangan va ularni aniq amalga oshirish bilan



bog'liq. Xususan, tasodifiy signallarni filtrlashning asoschisi N.Viener tasodifiy jarayonni mavjud to'liq amalga oshirish asosida optimal filtrni yaratishni ko'rib chiqdi. Kalman-Busi filtrlashning ma'lum usuli [2] allaqachon real vaqtda ishlaydi, ammo uning harakati o'rganilayotgan ob'ekt haqidagi apriori ma'lumotlarga asoslanadi.

Birinchi marta taqdim etilgan Kalman filtri [2-5] diskret tizimlar uchun rekursiv baholash protsedurasidir (chiziqli uzluksiz tizimlar uchun shunga o'xshash filtr ham ma'lum - Kalman-Busi filtri).

Har qanday tizimning vaqt evolyutsiyasini, agar uning matematik modeli berilgan bo'lsa va qo'shimcha ravishda ma'lum bir vaqtda tizimning kirish ta'siri va holati (faza vektori) ma'lum bo'lsa, aniqlash mumkin. Ba'zi hollarda faza vektori texnik sabablarga ko'ra yoki kuzatuv jarayonining haddan tashqari katta xarajatlari tufayli aniq o'lchovga ega emas. Bunday holatlarda faza vektori tizimning chiqishini o'lchash natijalari asosida aniqlanishi kerak. Bundan tashqari, agar tizimda ishlaydigan o'lchov xatosi va buzilishlar hisobga olinmasa, ular deterministik kuzatish vazifalari haqida gapirishadi.

Faraz qilaylik, k vaqtidagi tizimning holati x_k , vektori bilan belgilanadi, jarayonni baholash uchun stoxastik model mavjud, shuningdek u_k ni o'lchash

$$x_{k+1} = A_k x_k + B_k u_k + v_k, \quad (1)$$

$$y_k = H_k x_k + w_k, \quad (2)$$

$$\text{cov}(v_k) = Q_k, \quad \text{cov}(w_k) = R_k, \quad \text{cov}(v_k, w_k) = 0, \quad (3)$$

Har bir k uchun noma'lum \hat{x}_k faza vektorini eng yaxshi taxmin qiladigan u_k , o'lchov natijalariga qarab bunday x_k vektorni topish talab qilinadi. Bundan tashqari, baholashning maqbulligi mezonini tanlash ko'rib chiqilayotgan aniq vazifaga bog'liq [4].

Gauss (normal) kirish effekti yoki aralashuvi bo'lgan chiziqli tizimlar uchun Kalman filtridan foydalanish quyidagi sabablarga ko'ra maqbuldir.

1. Algoritm rekursiv bo'lib, uni real vaqtda tizimlar uchun ideal qiladi. Oldingi barcha ma'lumotlarni eslab qolishning hojati yo'q. Tizimning kelajakdagi holati faqat uning

joriy bahosi yangi olingan ma'lumotlar bilan belgilanadi.

2. Filtr optimal baho beradi. Tuzilgan holatni baholashning maqbulligi sharti uning o'rtacha kvadratik xatosining minimalidir.
3. Filtr o'rtacha kvadratik qochishdan foydalanadi, bu taxmin va haqiqiy miqdor o'rtasidagi xato kvadratini minimallashtiradi.
4. Chiqish nafaqat tizimning holatini baholash, balki natijalarni yanada talqin qilishda ishlatilishi mumkin bo'lgan olingan balning aniqligini aks ettiruvchi kovaryans matritsalarini hamdir.

Baholangan dinamik jarayon shakl tenglamasi bilan tavsiflanadi

$$x[k+1] = f[x[k], k] + \varphi[x[k], k] w[k] \quad (4)$$

kuzatish paytida

$$z[k] = h[x[k], k] + v[k] \quad (5)$$

(5) formulada $w[k], v[k], k = 0, 1, \dots$ - bir-biridan mustaqil bo'lgan oq Gauss ketma-ketligi ko'rinishi

$$E[w[k] w^T[l]] = Q[k] \delta_{kl},$$

$$E[v[k] v^T[l]] = R[k] \delta_{kl}, \quad (6)$$

(6) formulada δ_{kl} - Kroneker belgisi.

Ikkinchi darajali optimal takrorlanadigan algoritmi ko'rib chiqamiz.

Baholangan jarayon va kuzatuv shartlari uchun (1)-(3) optimal quyidagi takrorlanuvchi algoritmdir [2,3]:

- a) asosiy modul

$$\hat{x} = [k+1] = \hat{x}[k+1|k] + K[k+1]\{z[k+1] - h[\hat{x}[k+1|k], k+1] - h_{xx}[\hat{x}[k+1|k], k+1]: P[k+1]\}, \quad (7)$$

- b) matritsa $K[k+1]$ ifoda bilan belgilanadi

$$K[k+1] = P[k+1] h_x^T [\hat{x}[k+1|k], k+1] R^{-1}[k+1]; \quad (8)$$

v) matritsa $P[k+1]$ tenglamani quyidagicha bo'ladi



$$P[k+1] = P[k+1|k] - P[k+1|k]h_x^T[\hat{x}[k+1|k], k+1] \times \\ \times \{h_x[\hat{x}[k+1|k], k+1]P[k+1|k]h_x^T[\hat{x}[k+1|k], k+1] + R[k+1]\}^{-1} \times \\ \times h_x[\hat{x}[k+1|k], k+1]P[k+1|k];$$

(9)

g) natija $\hat{x}[k+1|k]$ takrorlanish nisbati bilan aniqlanadi

$$\hat{x}[k+1|k] = f_x[\hat{x}[k], k] + 0,5f_{xx}[\hat{x}[k], k] + P[k]$$

(10)

d) matritsa $P[k+1|k]$ takroriy nisbat

$$P[k+1|k] = f_x[\hat{x}[k], k]P[k]f_x^T[\hat{x}[k], k] + \varphi[\hat{x}[k], k]Q[k]\varphi^T[\hat{x}[k], k] + \\ + 0,5\{\varphi[\hat{x}[k], k]Q[k]\varphi^T[\hat{x}[k], k]\}_{xx} : P[k].$$

(11)

Agar (4)-(8) ifodalarda pastki indeksleri bilan belgilangan Hess matritsalarini bo'lgan atamalar bekor qilinsa, u holda Kalmanning umumlashtirilgan takrorlanadigan filtri deb nomlangan birinchi darajali algoritmi olinadi.

Har bir bosqichda hisoblash tartibi avvalgi filtr bilan bir xil, ammo ikkinchi hosilalarni hisoblash yo'q. Ko'p o'lchovli ko'p tarmoqli jarayonlarni baholashda birinchi darajali takroriy filtrlarni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan hisoblash ko'rsatkichlari ikkinchi darajali filtrlarga qaraganda kattaroq va kichikroq.

Takroriy chiziqli baholash algoritmlari zamonaviy davrda avtomatik boshqaruv tizimlarida eng keng tarqalgan. Ushbu algoritmlar tenglama bilan tavsiflangan holat o'zgaruvchilarini baholash uchun tuzilgan

$$x = [k+1] = A[k]x[k] + B[k]u[k] + C[k]w[k]$$

(12)

(12) ifodani kuzatish paytida

$$z[k] = H[k]x[k] + v[k]$$

(13)

(13) ifoda $w[k]$, $v[k]$ - bir-biridan mustaqil bo'lgan oq Gauss ketma-ketliklari. (12) ifodadagi tenglama ma'lum bir bezovtalanmagan yoki dasturiy harakatning kichik mahallasida vaqt o'tishi bilan chiziqli bo'lmagan diskret jarayonni linearizatsiya qilish yo'li bilan olinadi. Umuman olganda, diskret vaqtdagi chiziqli statsionar bo'lmagan jarayonlar (7) shaklida tavsiflanadi.

MUHOKAMA. Hozirgi vaqtda matematik usullar dinamik tizimlarni modellashtirish va texnik diagnostika masalalarida tobora ko'proq qo'llanilmoqda. Ko'pgina tizimlar to'g'ridan-to'g'ri kuzatish uchun mavjud emasligini va faqat ularning bilvosita o'lchovlari bilan o'rganilishini hisobga olsak, tizimni matematik model bilan tavsiflash dolzarb bo'lib qoladi, to'g'ridan-to'g'ri o'rganish mumkin bo'lgan tizimlar uchun, o'lchash jarayonida olingan natijalarni qayta ishlash ushbu tizim haqida to'liq ma'lumot bermaydi, bu esa bunday tizimlar keyin elektron hisoblash texnikasi yordamida natijalarni qayta ishlashdir [5-8].

Matematik modelni yaratish haqiqiy ob'ektni yetarli darajada matematik xaritalashni maqsad qiladi. Matematik modelning haqiqiy tizimga to'liq mos kelishi mumkin emas, ammo o'rganilayotgan tizim haqidagi barcha mavjud bilimlarni hisobga olgan holda tizimning eng muhim xususiyatlarini matematik tenglamalar tilida tavsiflash mumkin. Matematik model biroz soddalashtirishga asoslangan va tizimning taxminiy tavsifi bo'lishiga qaramay, tizimni matematik sifatida o'rganish muammosini shakllantirishga imkon beradi va tahlil qilish uchun ob'ektning o'ziga xos xususiyatiga bog'liq bo'lmagan universal matematik apparatdan foydalanadi.

Matematika sizga keng ko'lamli faktlar va kuzatuvlarni bir xilda tavsiflash, ularni batafsil tahlil qilish, tizimning turli sharoitlarda o'zini qanday tutishini bashorat qilish, ya'ni kelajakdagi kuzatuvlar natijalarini bashorat qilish imkonini beradi, shuning uchun boshqarish va diagnostika ob'ektlarini matematik baholash muammosi ko'plab olimlarning tadqiqot mavzusi bo'lib kelgan va shunday bo'lib qolmoqda [5,6,8].

Aniqlanadigan jarayonning tenglamalari va kuzatish shartlari quyidagicha yoziladi:

$$x[k+1] = f[x[k], a[k], k] + w[k]$$

(14)

$$a[k+1] = a[k] + w_a[k]$$

(15)

$$z[k] = h[x[k], a[k], k] + v[k]$$

(16)



(14), (15), (16) tenglamalarda $w[k]$, $w_a[k]$, $v[k]$, $k = 0, 1, \dots$ - mustaqil oq Gauss ketma-ketliklari.

$$\begin{aligned} E[w[k] w^T[l]] &= Q_x[k] \delta_{kl}, \\ E[w_a[k] w_a^T[l]] &= Q_a[k] \delta_{kl}, \\ E[v[k] v^T[l]] &= R[k] \delta_{kl}, \end{aligned} \quad (17)$$

(17) tenglamada δ_{kl} - Kroneker belgisi

(14), (16) farq tenglamalarida $u[k]$ boshqaruv aniq hisobga olinmaydi. Biroq, boshqaruv har doim ma'lum (aniq o'lganadigan) vaqt funksiyasi hisoblanadi. Shuning uchun uni diskret vaqtga bog'liqlik orqali hisobga olish mumkin k , bu (14), (16) iboralarda nazarda tutilgan. Kengaytirilgan holat $x_p^T = [x^T a^T]$ vektorini kiritish orqali biz (18)-(19) ni quyidagicha yozamiz

$$\begin{aligned} x_p[k+1] &= f_p[x_p[k], k] + w_p[k], \\ z[k+1] &= h[x_p[k], k] + v[k], \end{aligned} \quad (18)$$

(18) formulada

$$x_p[k] = \begin{bmatrix} x[k] \\ a[k] \end{bmatrix}, \quad f_p = \begin{bmatrix} f[x[k], a[k], k] \\ a[k] \end{bmatrix}, \quad w_p[k] = \begin{bmatrix} w[k] \\ w_a[k] \end{bmatrix}. \quad (19)$$

Umumiy takrorlanadigan Kalman filtri orqali bir vaqtning o'zida baholash va identifikatsiyalash masalalarini ko'rib chiqamiz [6,7,8,9].

Kengaytirilgan holat vektorini (19) baholash uchun umumlashtirilgan Kalman takroriy filtridan foydalanish mumkin:

a) asosiy modul

$$\hat{x}_p = [k+1] = f_a[\hat{x}_p[k], k] + K[k+1]\{z[k+1] - h[\hat{x}_p[k+1|k], k+1]\} \quad (20)$$

b) matritsa ifoda bilan aniqlanadi

$$K[k+1] = P[k+1]h_{x_p}^T[\hat{x}_p[k+1|k], k+1]R^{-1}[k+1] \quad (21)$$

c) matritsa, tenglamani qanoatlantiradi

$$\begin{aligned} P[k+1] &= P[k+1|k] - P[k+1|k]h_{x_p}^T[\hat{x}_p[k+1|k], k+1] \times \\ &\times \{h_{x_p}[\hat{x}_p[k+1|k], k+1]P[k+1|k]h_{x_p}^T[\hat{x}_p[k+1|k], k+1] + R[k+1]\}^{-1} \times \\ &\times h_{x_p}[\hat{x}_p[k+1|k], k+1]P[k+1|k]; \end{aligned} \quad (22)$$

d) matritsa $P[k+1|k]$ takroriy nisbatni qanoatlantiradi

$$P[k+1|k] = f_{px_p}[\hat{x}_p[k], k]P[k]f_{px_p}^T[\hat{x}_p[k], k] + Q_p, \quad (23)$$

(23) formulada

$$Q_p = \begin{bmatrix} Q_x & 0 \\ 0 & Q_a \end{bmatrix};$$

e) miqdor $\hat{x}_p[k+1|k]$ - nisbati bilan belgilanadi

$$\hat{x}_p[k+1|k] = f_p[\hat{x}_p[k], k]. \quad (24)$$

Takroriy π -algoritm [8,9] yordamida bir vaqtning o'zida baholash va identifikatsiya qilish juda samarali ekanligi juda keng tarqalgan.

Asosiy modul (20) undagi ifodani almashtirgandan so'ng (21) shaklni oladi

$$\begin{aligned} \hat{x}_p = [k+1] &= f_p[\hat{x}_p[k], k] + P[k+1]h_{x_p}^T[f_p(\hat{x}_p[k], k), k+1] \times \\ &\times R^{-1}[k+1]\{z[k+1] - h[f_p(\hat{x}_p[k], k), k+1]\} \end{aligned} \quad (25)$$

(25) formulada p qiymati hali ham taxminiy baholash xatolarining kovaryans matritsasiga teng $\Delta x_p = x_p - \hat{x}_p$

Takroriy π -qo'shma baholash va parametrik identifikatsiya qilish algoritmi hisoblash jihatidan tejamkor. U uzluksiz π algoritmi [10] kabi sinxron aniqlash bilan qidiruv gradient algoritmiga o'xshashlikka ega.

Davlat makonidagi dinamik tizimlarni aniqlash uchun yuqoridagi algoritmlar ko'rib chiqilayotgan diagnostika muammosini samarali hal qilishga yordam beradi.

NATIJARLAR. Yuqoridagi algoritmlarni amalda qo'llashda foydali bo'lgan ba'zi yondashuvlarni ko'rib chiqamiz. Baholashning bir usuli o'lchov natijalarining ehtimollik zichligi va



Bayes teoremasi yordamida olingan aniq yoki taxminiy tenglamalarga asoslanadi.

Boshqa yo'l - Kalman filtridan foydalanish. Kalman va Busi [9,10] birinchi marta ushbu masalani berilgan boshlang'ich shartlar bilan oddiy differensial tenglamalarni yechishga qisqartirish orqali oq shovqin fonida tenglama bilan ifodalangan chiziqli modelning holat o'zgaruvchilari uchun minimal dispersiya ballarini qanday olish mumkinligini ko'rsatdi. Asar mualliflari variatsion usullar va optimal boshqaruv nazariyasidan foydalangan holda Kalman va Busi natijalarini chiziqli bo'lmagan oddiy differensial tenglamalar modeli misolida kengaytirdilar va ularni taxminlarni topish muammosini hal qilishda qo'lladilar. Tavsiya etilgan usullarning aksariyati ba'zi bosqichlarda linearizatsiya qiladi va keyin Kalman filtri yoki uning ekvivalentidan foydalanadi. Boshqa filtrlash usullari (taxminlarni topish algoritmlari) [10,11,12] asarlarida tasvirlangan.

Parametrlarning taxminlarini olish uchun holat o'zgaruvchilarining vektori quyida (26) ko'rsatilgandek to'ldiriladi (kengaytiriladi)

$$\underline{Z} = \begin{bmatrix} \underline{X} \\ \underline{\beta} \end{bmatrix} = [X_1 X_2 \dots X_n \beta_1 \beta_2 \dots \beta_q]^T \quad (26)$$

va koeffitsientlar doimiylar tomonidan qabul qilinganligi sababli, $\dot{\underline{\beta}} = 0$ bo'ladi. Keyin jarayon modeli yana quyidagicha (27) shakllanadi:

$$\frac{d\underline{Z}}{dt} = \underline{\dot{Z}} = \underline{g} = \begin{bmatrix} \underline{f} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (27)$$

Turli xil chiziqli bo'lmagan filtrlash usullarini ko'plab taqqoslashlar shuni ko'rsatdiki, kovaryans xato matritsasi faktorizatsiyasi bilan kengaytirilgan Kalman filtri $\underline{P} = \underline{U} \underline{D} \underline{U}^T$ (bunda \underline{U} - yuqori uchburchak matritsa, \underline{D} - diagonal matritsa) raqamli hisob-kitoblar paytida eng kam beqarorlikni va kirish buzilishlarining apriori statistikasining o'zgarishiga eng katta befarqlikni beradi. Kvadrat ildiz filtri (Potter-Shmidt filtri) [26] bilan $\underline{P} = \underline{S} \underline{S}^T$ (bunda \underline{S} - kvadrat matritsa) bundan tashqari, chiziqli bo'lmagan filtrlashning qoniqarli usuli [12].

Tizimli va tasodifiy baholash xatolarini tahlil qilish masalalarini ko'rib chiqamiz. Kalman filtrlash usulida o'lchash moslamalari tomonidan qo'llaniladigan tizimli (dinamik) shovqin va shovqin mustaqil tasodifiy Gauss oq shovqin o'rtacha nol hisoblanadi. Ikkala shovqinning kovaryans matritsalarini mos ravishda quyidagilar bilan belgilanadi \underline{Q} va \underline{R} . Bundan tashqari, shovqinlarning korrelyatsiya vaqtlari tizimning reaksiya vaqtlariga qaraganda ancha kichik deb taxmin qilinadi. Holat o'zgaruvchilari vektorining boshlang'ich qiymatlari \underline{Z} va kovaryans xato matritsasi \underline{P} o'rtacha qiymat bilan normal taqsimlangan qiymatlar $\underline{\mu}_z$ kovaryans va shunga ko'ra $\underline{P} = 0$. Shu bilan birga, \underline{Z} va \underline{P} holat va parametr o'zgaruvchilari uchun kerakli nuqta va intervalli taxminlarning foydali yaqinlashuvi sifatida qaralishi mumkin.

Baholarning dastlabki aniqlik darajasini \underline{Z} tanlash uchun biz $\underline{P} = 0$ matritsadan foydalanishimiz mumkin. Priori ma'lumot nisbatan kamdan-kam hollarda ma'lum bo'lganligi sababli, $\underline{P} = 0$ tanlov o'zboshimchalik bilan amalga oshiriladi va qoniqarli baholarni aniqlash muddati ushbu tanlovga bog'liqligi sababli bir qator qiyinchiliklarga olib kelishi mumkin. Agar holat o'zgaruvchilarining dastlabki kovaryans xato matritsasi ishlatilsa R_0 elementlarning katta qiymatlari bilan, keyin Kalman filtri kattaroq o'sishlarni beradi va hozirgi o'lchovlar taxmin qilingan qiymatlarga ko'proq ta'sir qiladi. Shuning uchun filtrlash jarayoni chegara qiymatlariga tezroq yaqinlashadi. $\underline{P} = 0$ matritsaning juda kichik elementlari bilan Kalman filtri juda kichik o'sishlarni beradi va filtrlash jarayoni yakuniy hisob-kitoblarga erishish uchun ko'p vaqt talab etadi. E'tibor bering, $\underline{P} = 0$ tenglik nimani anglatadi, \underline{X}_0 bu ham ma'lum, $\underline{\beta}$ ham va shuning uchun parametrlarni baholashda $\underline{P} = 0$ matritsaning bunday oddiy tanloviga yo'l qo'ymaslik kerak; ammo, agar parametrlar ma'lum bo'lsa, unda



$\underline{P}_0 = \underline{0}$ tanlov holat o'zgaruvchilarining taxminlarini topish uchun foydalidir.

Agar filtrlash faqat o'lchovlarning shovqin fonidan foydalansa, ya'ni tizimning shovqini (yoki holat o'zgaruvchilari) bo'lmasa, demak, $\underline{Q} = \underline{0}$ aniq dinamik model ma'lum. Afsuski, $\underline{Q} = \underline{0}$ tanlov Kalman filtrining oxir-oqibat yangi o'lchovlarga kam vazn berishiga va qoniqarsiz ishlashiga olib keladi [11,12].

Umuman olganda, \underline{Q} juda kichik elementlarga ega bo'lgan matritsa filtrlash jarayonining yomon yaqinlashishiga olib keladi, shu bilan birga, agar \underline{Q} elementlar juda katta bo'lsa, taxminlar yangi o'lchovlarga juda bog'liq.

Algoritmning qoniqarli ishlashini ta'minlash uchun \underline{Q} matritsa elementlari sinov va xatolar orqali tanlanishi ("sozlanishi") mumkin va ba'zida holat o'zgaruvchilari vektorini yanada kengaytirish mumkin bo'ladi, shunda ba'zi Q_{ij} elementlar model koeffitsientlari bilan bir vaqtda baholanadi.

1- Jadval. $l_{1-\alpha}$ ba'zi qiymatlar

Elementlar r soni \underline{z}	Ehtimollik uchun			Ehtimollik uchun ishonchli qiymatlar	
	$l=1$	$l=2$	$l=3$	90 %	95%
1	0,683	0,955	0,997	1,645	1,960
2	0,394	0,865	0,989	2,146	2,447
3	0,200	0,739	0,971	2,500	2,795
6	0,144	0,305	0,926	3,263	3,548
10	0,0017 2	0,0538	0,467	3,998	4,279

Agar $\underline{R} = \sigma^2 \underline{\Omega}$ va $\underline{\Omega}$ ma'lum bo'lsa va σ^2 noma'lum bo'lsa, unda shunga o'xshash maydonni qurish mumkin [6,10]. Shuni yodda tutish kerakki, \underline{Z} vektor \underline{X} va \underline{b} , $\underline{z} = \underline{x}$ va $\underline{\beta}$ dan iborat.

Vaziyat o'zgaruvchilari va model koeffitsientlari uchun individual ishonch intervallarini giperellipsoidni $(\underline{Z} - \underline{z})$ elementlarga mos keladigan koordinata o'qlariga loyihalash orqali aniqlash

mumkin. \underline{P} matritsaning k -diagonali elementi yordamida qurilgan t -mezon yordamida tekshirish yanada taxminiy, ammo sodda.

O'lchov xatolari qo'shimchalar va odatda o'rtacha nol bilan taqsimlangan deb taxmin qilamiz. \underline{Z} haqida oldindan ma'lumot yo'q. $\underline{R} = \sigma^2 \underline{\Omega}$ ma'lum qiymat $\underline{\Omega}$ va σ^2 noma'lum bilan bo'lsin. Keyin

$$\widehat{s}_{Z_k} = (\underline{P}_{kk})^{1/2} \quad (28)$$

(28) ifoda \widehat{s}_{Z_k} - vektorning Z_k elementining \underline{Z} o'rtacha kvadratik (standart) og'ishining taxminiy qiymati va z_k uchun ishonch oralig'i

$$\widehat{Z}_k - \widehat{s}_{Z_k} t_{1-\frac{\alpha}{2}} < z_k < \widehat{Z}_k + \widehat{s}_{Z_k} t_{1-\frac{\alpha}{2}} \quad (29)$$

(29) ifoda $t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ - kvantil t -ishonch ehtimoli $100(1-\alpha) \%$ va erkinlik darajalari soni uchun taqsimot, bu \widehat{Z} eksperimental ma'lumotlarni (nuqtalarni) hisoblashda ishlatiladigan songa teng bo'lib, taxmin qilingan holat va parametr o'zgaruvchilari soniga kamayadi [10,12].

Ishda aniqroq mezonlar tasvirlangan. Bu yerda nol gipotezaga muvofiq normal traektoriya bo'ylab ishonch maydoni va joriy o'lchovlarni qayta ishlash orqali Kalman filtri yordamida topilgan traektoriya bo'ylab ikkinchi ishonch maydoni quriladi. Agar bu ikki ishonch sohasi bir-biridan farq qilsa va shu bilan nol gipotezani tasdiqlamasa, unda muammo yuzaga keladi.

Yuqoridagi usullar dinamik tizimlarning holatini tashxislash vazifalarida baholash protsedurasining barqarorligi va aniqligini oshirishga imkon beradi.

XULOSA.

- dinamik tizimlarning holat o'zgaruvchilarini baholash algoritmlari tahlil qilindi va ularni diagnostika muammolarida qo'llash masalalari ko'rib chiqildi;

- dinamik makondagi dinamik tizimlarni aniqlash algoritmlari berilgan;



- dinamik boshqaruv tizimlarida quyi tizimlarni diagnostika qilish algoritmlari taklif etiladi;

- Kalman filtrining yangilanish ketma-ketligi bo‘yicha dinamik tizimlarni diagnostika qilish algoritmlari ishlab chiqilgan;

- adaptiv baholash usullari asosida tizimning ishlash jarayonini optimallashtirish algoritmlari taklif etiladi;

- ko‘rib chiqilayotgan baholash protseduralarining barqarorligi va aniqligini oshirish uchun hisoblash algoritmlari va usullari keltirilgan.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Фурасов В.Д. Задачи гарантированной идентификации. Изд-во: Бином. Лаборатория знаний, 2005. - 152 с.
2. Карабутов Н.Н. Адаптивная идентификация систем. Информационный синтез. Изд-во: КомКнига, 2006. - 384 с.
3. Жиров М.В., Макаров В.В. Адаптивная идентификация нестационарных технологических процессов с марковскими параметрами в задачах стохастического управления // АиТ, № 2, 2002. –с. 56-70
4. Лункин Б.В. Диагностирование датчиков на объектах контроля и управления, Автомат. и телемех., 2003, №11. –С.183–194.
5. Гришин В.Ю., Лобанов А.В., Сиренко В.Г. Функциональное диагностирование в распределенном системном диагностировании многомашинных вычислительных систем, Автомат. и телемех., 2002, №1. 154–160.
6. Шумский А.Е. Функциональное диагностирование нелинейных динамических систем с запаздыванием, Автомат. и телемех., 2009, №3. –С.172–184.
7. Димитриев Ю.К. Анализ возможности локального диагностирования в вычислительных системах с циркулянтной структурой на основе использования избыточности в числе анализируемых исходов тестирования, Автомат. и телемех., 2010, №4. – С.169–180.

8. Yo‘ldosheva D.Sh., Abdullayev B., “Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari uchun optimal algoritmlar va ularning dasturiy ta‘minotini yaratish”, O‘zbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali 2021-yil 3-son, 466-b.

9. Yo‘ldasheva D. SH., Azamxonov B.S. “Характеристика задач диагностирования динамических систем”, International Scientific and Practical conference "Actual issues science", Committee List for 2021-2022, 187-b.

10. B.A.Abdullayev, B.S.Azamxonov, D.Sh.Yo‘ldasheva, “Avtomatik boshqaruv tizimlarini diagnostikasi va texnologiyalari”, TATUFF “Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va kommunikatsiyalari sohasida zamonaviy muammolar va yechimlar” mavzusidagi Respublika ilmiy –texnik antumani ma‘ruzalar to‘plami, 2022 yil, 461-b.

11. B.S. Azamxonov, J.YU. Suyumov, D.SH. Yuldasheva, “Алгоритмы диагностирования динамических систем по обновляющей последовательности фильтра Калмана”, Farg‘ona Politexnika Instituti ilmiy-texnika jurnali, 2023 yil maxsus son №2

12. Azamxonov B.S., Yo‘ldosheva D.Sh., “Aniqlash va diagnostika tizimlarini loyihalash dinamik tizimlar bilan bog‘liq muammolar”, TATU FF “Texnika va raqamli texnologiyalarni amaliyotda qo‘llanilishi va ularning innovatsion yechimlari” nomli xalqaro imiy-texnik anjuman 2023 yil.



Нейронные технологии распознавания и классификация степени раскрытия хлопковых коробочек

Улжаев Эркин

Доктор технических наук, профессор, кафедры
обработки информации и систем управления
Ташкентского государственного технического
университета имени Ислама Каримова,
Ташкент, Узбекистан,
e-mail: e.uljaev@mail.ru

Убайдуллаев Уткиржон

PhD, доцент кафедры обработки информации и
систем управления Ташкентского
государственного технического университета
имени Ислама Каримова,
Ташкент, Узбекистан,
e-mail: utkir2005@mail.ru

Абдулхамидов Азизжон

Докторант, кафедры обработки информации и систем
управления Ташкентского государственного
технического университета имени Ислама Каримова,
Ташкент, Узбекистан,
e-mail: azex_91@mail.ru

Аннотация. В данной статье предложен усовершенствованный алгоритм обнаружения, подсчета, отслеживания и классификации хлопковых коробочек по степени раскрытия хлопка на изображениях дефолированных растений. Алгоритм основан на использовании модели YOLOv8 и цветовой сегментации для обнаружения коробочек в алгоритме Лукаса-Канаде. Этот алгоритм проводится с целью отслеживания их перемещения и преобразовании изображений для восстановления их позиции на следующих кадрах. При этом для повышения точности обнаружения используется ансамблевый подход, объединяющий результаты цветовой сегментации, оптического потока и метода преобразования изображения. Эффективность предложенного алгоритма сравнивается с пятью другими алгоритмами обработки изображений из библиотеки OpenCV, и результаты показывают его превосходство по точности и скорости. Эти параметры считаются очень важными для сбора урожая и требуют надежного определения степени раскрытия коробочек в реальном времени, чтобы уменьшить задержку между обнаружением и отправкой управляющего сигнала на исполнительный механизм для управления работой гидроцилиндра, установленный на уборочном аппарате. В связи с этим основной целью данного исследования является оперативное и точное обнаружение, подсчет, отслеживание и классификация степени раскрытия хлопковых коробочек.

Ключевые слова. Распознавание образов, классификация, машинное обучение, нейронные сети, YOLO, TensorFlow, CSRT, KCF, MedianFlow, MIL, MOSSE, хлопковая коробочка.

Введение. Сельское хозяйство считается одной из важнейших отраслей мировой экономики. Современное сельское хозяйство сталкивается с вызовами, связанными с повышением производительности, улучшением качества

продукции и оптимизацией процессов производства. Применение передовых технологий, таких как нейронные сети [1] и компьютерное зрение [2], становится необходимостью для



достижения эффективности и конкурентоспособности, этой отрасли.

Одной из ключевых задач в сельском хозяйстве является мониторинг и управление урожаем [3], включая определение оптимального времени сбора [4] продукции. Хлопковая коробочка - это важный элемент хлопковых растений, и ее состояние (степень раскрытия) может служить важным показателем готовности к сбору урожая. Однако, визуальное обнаружение и классификация хлопковых коробочек на изображениях дефолированных растений является сложной задачей из-за различий в текстуре и окружающей среде.

В данной работе постараемся показать возможность применения усовершенствованного алгоритма обнаружения, подсчета и отслеживания хлопковых коробочек на изображениях дефолированных растений с использованием современных нейронных технологий. Аналогичное исследование с использованием технологий глубокого обучения для обнаружения коробочек хлопка проводилось ранее [5-11]. Оказалось, что оно превосходит большинство существующих алгоритмов классификации коробочек хлопка. Однако в этом подходе для семантической сегментации использовался более медленный алгоритм, называемый глубокой сверточной нейронной сетью. Предлагаемый подход основан на интеграции модели YOLOv8, цветовой сегментации и алгоритма Лукаса-Канаде для обнаружения, классификации и отслеживания коробочек, а также на ансамблевом подходе для улучшения точности и скорости работы системы. Этот алгоритм получил название CropBoxCounte.

Данное исследование имеет значимое значение для сельскохозяйственной отрасли, предлагая усовершенствованный алгоритм автоматизации процесса мониторинга урожая, который может привести к повышению эффективности производства и снижению операционных затрат. Результаты исследования могут быть полезными как для научного

сообщества, так и для практического применения в сельском хозяйстве.

Методология. Предложенный алгоритм основан на использовании нейронных сетей для обнаружения объектов на изображениях. В частности, для задачи обнаружения и классификации хлопковых коробочек [12, 13] была выбрана модель YOLOv8, которая позволяет эффективно работать в режиме реального времени. YOLO (You Only Look Once) представляет собой быструю и точную модель для обнаружения объектов на изображениях, что делает её идеальным выбором для решения нашей задачи, требующей реального времени [14] выполнения.

В связи с тем, что YOLO может допускать ошибки и недостаточно точно определяет границы объектов, требуется дополнительное использование цветовой сегментации для повышения точного обнаружения раскрытия коробочек. Предложенный алгоритм позволяет более явно выделить хлопковые коробочки на изображениях и уменьшить количество ложных данных (результатов).

После обнаружения объектов на первом кадре используется алгоритм Лукаса-Канаде для отслеживания их перемещения на последующих кадрах. Этот алгоритм предоставляет информацию о векторе смещения объектов между кадрами, что позволяет эффективно отслеживать их движение [15, 16].

Для улучшения точности и скорости обнаружения [17, 18], предлагаем объединить результаты YOLO, цветовой сегментации и алгоритма Лукаса-Канаде с помощью ансамблевого подхода [1, 11]. Это позволяет сократить количество ложных срабатываний и повысить устойчивость работы системы.

Для сравнения предложенного алгоритма с другими алгоритмами обработки изображений можно использовать следующие алгоритмы:

Алгоритм 1. CSRT (Channel and Spatial Reliability Tracking) — данный алгоритм



использует регрессию для отслеживания объектов. Он основан на идее, что форма объекта остается постоянной на протяжении всего времени;

Алгоритм 2. KCF (Kernelized Correlation Filter) — данный алгоритм, построен на фильтрах корреляции и представляет собой обобщение фильтра корреляции с использованием ядра, что позволяет увеличить точность и стабильность детектора что улучшает свою производительность. Он работает путем нахождения параметров фильтра, которые максимизирует корреляцию между объектом и его шаблоном;

Алгоритм 3. MedianFlow — этот алгоритм слежения, основан на слежения объекта в оптическом потоке. Он использует медианный фильтр для определения движения объектов и их фона;

Алгоритм 4. MIL (Multiple-Instance Learning) — это подход к обучению, который работает с наборами данных, где каждый пример представляет собой "мешок", содержащий несколько экземпляров коробок. Цель состоит в том, чтобы научиться классифицировать мешки на основе их содержимых;

Алгоритм 5. MOSSE (Minimum Output Sum of Squared Error) — это алгоритм отслеживания, основанный на методе наименьших квадратов. Он использует квадратичную функцию потерь, чтобы минимизировать ошибку между прогнозируемым и реальным положением объекта;

Выше представленные алгоритмы представляют лишь небольшую часть возможностей OpenCV и могут использоваться для различных задач обработки изображений [19, 20], включая обнаружение объектов, сегментацию, фильтрацию и анализ изображений. Все эти алгоритмы имеют недостатки, связанными с неточностью обнаружения, задержкой времени обнаружения, выдачи данных и т.д. Для оптимизации решения данной проблемы требуется проведение модернизации или разработка новых подходов (алгоритмов), которые рассмотрим ниже.

Методика решения задачи. Задача распознавания и классификации хлопковых коробочек является [21] актуальной проблемой в области автоматизации сельского хозяйства и промышленности. Для решения этой задачи используется современная технология, такая как YOLO v8. Этот процесс связан с обучением моделей для распознавания и классификации объектов и включает в себя несколько этапов.

Предложенный алгоритм CropBoxCounte (**Алгоритм 6**) - основан на применение алгоритмов для обнаружения, подсчета и отслеживания коробочек хлопка с использованием современных нейротехнологических подходов. Этот алгоритм основан на интеграции модели YOLO v8, цветовом разделении и алгоритме Лукаса-Канады для обнаружения, классификации и сопровождения коробочек, а также на ансамблевом подходе для повышения точности и производительности системы.

Рассмотрим процесс обучения модели для распознавания и классификации раскрытия хлопковых коробочек с применением нейронных технологии, который охватывает и требует выполнения нескольких этапов:

1 - Этап. Экспериментальная установка (набор обучающих данных). Для проведения эксперимента были выбраны исходные данные, условия эксплуатации и другие технические требования описанные ниже. Эксперимент был проведен в полевых условий (Рис. 1). Хлопкоуборочная машина с видеокамерами [22], движущаяся со скоростью менее 4 км/час. Снимки растений делались с разрешением 720 пикселей, скоростью 30 снимков в секунду, на высоте 1,5 метра над землей. Видеокамера имела диафрагму f/2.8 и объектив с разрешением 5 мегапикселей.





Рис. 1. Хлопкоуборочная машина с установленными видеокамерами на хлопковом поле.

Чтобы собрать больше обучающих изображений съемки снимались в двух вариантах:

1. Видеокамера была наклонена (вниз) под углом 90 градусов;
2. Под углом 45 градусов (Рис. 2).

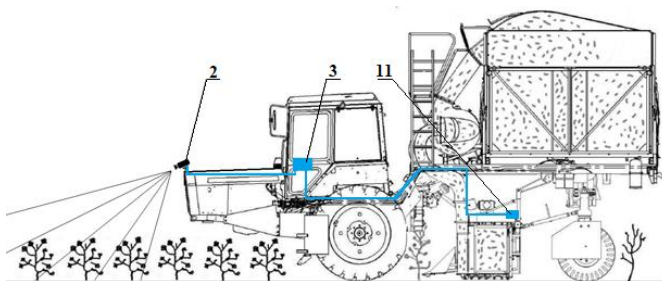


Рис. 2. Вид экспериментальной установки
2 – система технического зрения; 3 – электронный блок; 11 – гидроцилиндр, установленный на уборочный аппарат.

Для получения изображений с разных углов и сочетания изображений различных видеокамер (Рис. 3), а также для повышения надежности обнаружения использовался разработанный алгоритм. Более того, разрешение изображений (360 пикселей, 720 пикселей и 1080 пикселей) устанавливалось изменением настроек видеокамеры.



Рис. 3. Хлопковое поле для проведения обучения модели.

2 - Этап. Процесс проведения сбора, обработки данных. Для выполнения данной операции была собрана система обработки и извлечения изображений. При этом видео с видеокамеры были перенесены на компьютер Acer Nitro 5 AN515-42 (графика NVIDIA GeForce GTX 1650 4 Гб с процессором AMD Ryzen 5 3550H 2100 МГц) с установленной операционной системы Windows. Изображения, полученные с помощью других видеокамер, также были перенесены на рабочий стол компьютера, на котором была установлена платформа TensorFlow. Данные обучения и данные тестирования были загружены в компьютер для обработки и извлечения изображений.

3 - Этап. Процедура обучения и тестирования данных. Данное видео нами использовалось для обучения модели, а другое видео – для её тестирования. В общей сложности было создано 760 обучающих изображений с 14 307 коробками. При этом разрешение изображений варьировалось от 360 пикселей до 1080 пикселей. Разнообразие качества изображений позволяет модели сверточной нейронной сети изучать различные проблемы, связанные с размером изображений. Кроме того, изображения были сняты в разное время суток: утром, днем и вечером [1, 2]. Изображения снятые в полдень были исключены, с целью избежание бликов на изображениях из-за отражений от белых (шумов) коробочек хлопка. Некоторые утренние и дневные



изображения были затемнены для создания тени и усложнения задачи. Модель достигла точности 94.4% после 2000 эпох (таблица 1).

4 - Этап. Обнаружение степени раскрытия коробочек хлопка. Нами была создана программа [23], использующая модель для обнаружения и классификации коробочек хлопка в зависимости от степени их раскрытия. YOLOv8 предсказывает вероятность от 0 до 100% для каждой обнаруженной коробочки хлопка. Алгоритм настраивается на следующие случаи:

- для обнаружении коробочки, если их число в выбранном участке превышает 50% доступной памяти;

- для обнаружении коробочки, если их число в выбранном участке составляет 40% доступной памяти.

Такие требования не допускает перегруженности системы из-за проблемы с нехваткой памяти, в то же время имеется достаточная память для быстрого прогнозирования во время выполнения других задач.

После предсказания модели, программное обеспечение, с помощью алгоритма цветной сегментации [11], отличая цвет хлопка от фона, проверяет является ли обнаруженный объект белым хлопком или нет. Этот процесс состоит из четырех шагов: 1) сбор изображения; 2) разделение каждого канала RGB изображения с использованием цветового порога RGB; 3) маскировка белых компонентов (цветовой порог красного канала все значения цветов установлен на 150, остальные все значения цветов - выше 170); 4) подтверждение обнаружения.

5 - Этап. Обнаружение полезных функций для отслеживания. Для обнаружения "Хороших функций отслеживания" используется метод OpenCV "GoodFeaturesToTrack". Этот метод способен найти крайние точки коробочек, чтобы их можно было точно отследить (обнаружить) (Рис. 4). Он принимает изображение коробочки и ее маски, чтобы убедиться, что система действительно видит только коробочку [24] и окружающие ее края для поиска хороших функций

отслеживания. Эти функции используются трекером для определения следующего положения коробочки на изображении.



Рис. 4. Обнаруженная коробочка хлопка, которая будет сегментирована по цвету для получения краев коробочки (выделены красным).

6 - Этап. Отслеживание коробочки и его особенности. Признаки обнаружения коробочек рассчитываются с использованием алгоритма оптического потока Лукаса-Канады, реализованного в OpenCV. При этом используются только те точки, которые были успешно отслежены, для построения следующей траектории объекта. Если какая-либо из точек не была вычислена, она передается для проведения расчёта с использованием гомографического способа преобразования. Здесь обнаружение коробочек хлопка осуществляется с использованием алгоритма оптического потока. Преобразование изображения достигается путём нахождения матрицы [25] перспективного преобразования изображения 3x3 с использованием OpenCV метода "findHomography". Точки с хорошим статусом в методе Лукаса-Канады используются для расчета матрицы гомографии. С использованием предыдущего кадра, текущего кадра и метода RANSAC получается матрица преобразования (H). Эта матрица используется для преобразования ограничительных рамок и



отслеживаемых объектов. Коробки, которые перекрывают друг друга, отслеживаются с помощью матрицы преобразования, это связано с возможностью перекрывания коробки, что приводит к утере полезных свойств, отслеживаемой объекта. Таким образом, система будет принудительно отображать ограничивающую рамку даже если она не уверена в наличии коробки. Ограничивающая рамка должна быть отброшена, если коробка не была обнаружена в течение пяти последовательных кадров. Увеличение количества последовательных кадров может улучшить результаты, но это также может замедлить работу модели, так как в этом случае сверху с камеры часто происходит наложение объектов. На (Рис. 5) линии обозначают треклеты, то есть путь, по которому коробочки были обнаружены в разных кадрах. Треклетами показаны отслеживаемые коробки, демонстрирующими первых и последующих обнаруженных коробочек.

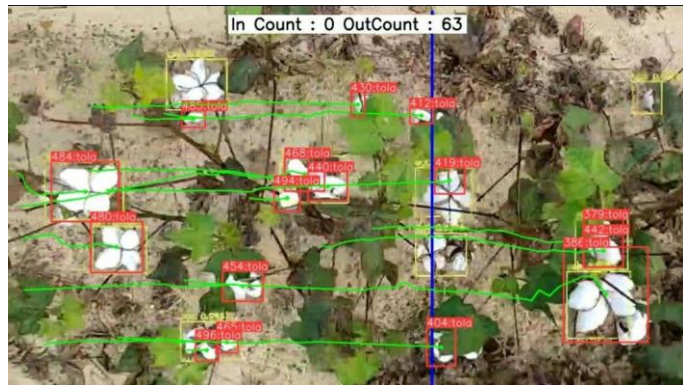


Рис. 5. Отслеживание коробочек хлопка.

Этот подход может быть использован для автоматизации процесса [26-30] сбора и обработки хлопка, что может привести к повышению эффективности работы в сельском хозяйстве и промышленности. Однако, необходимо учитывать, что точность модели может снижаться в условиях изменения внешних факторов, таких как освещение или погодные условия. В связи с этим в дальнейших работах необходимо продолжать исследования в этой области, чтобы улучшить

точность моделей и сделать их более устойчивыми к таким изменениям.

7 - Этап. Методика проведения экспериментов и анализ результатов исследования. Для оценки производительности модели [31] проведены исследования и рассчитаны восемь параметров для каждого алгоритма. При этом встроенной системой проведены измерения скорости обработки кадров (количество кадров в секунду). Далее собрано количество подсчитанных коробочек и оценивалось общее количество обработанных каждой моделью кадров. Затем ручным способом, были собраны данные для сбора: верно определенных результатов (TP), ложно определенных результатов (FP) и ложно пропущенных результатов (FN). При этом для каждого видеокadra из выборки было подсчитано и оценено общее количество TP, FP и FN. Далее были определены чувствительность (полнота), точность, F1-мера и прецизионность алгоритмов [7, 32].

Precision (точность) — это метрика, которая представляет собой долю верно классифицированных положительных примеров среди всех примеров, классифицированных моделей как положительные. Формулу Precision метрики можно записать в следующем виде:

$$precision = \frac{TP}{TP + FP};$$

Recall (полнота) — это метрика, которая представляет собой долю верно классифицированных положительных примеров среди всех истинно положительных примеров. Формула для Recall имеет следующий вид:

$$recall = \frac{TP}{TP + FN};$$

F1Score (F-мера) — это метрика, которая объединяет полноту и точность для получения единой величины, которая показывает суммарную производительность алгоритма. Формулу для F1Score можно записать в следующем виде:

$$F1Score = \frac{2 * precision * recall}{precision + recall};$$



Ассурасу (точность классификации) — это метрика, которая представляет собой долю правильно классифицированных примеров среди всех примеров. Формула для Ассурасу приведена ниже:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

Для вычисления формул Precision, Recall и Ассурасу необходимо иметь данные о результатах TP, FP, FN, TN.

Во время проведения тестирования обученной модели на множестве образцов исследовали скорость работы YOLOv8 и его точность. Для этого запускали модель, которая в результате обработки выдает прогнозы для каждого тестового образца. В таблице 1 представлены полученные результаты работы YOLOv8 для каждого образца и средняя частота кадров в секунду. В результате, исследования установлено, что средняя точность YOLOv8 достигла 75,3, а скорость обработки - 5,7 кадров в секунду. Несмотря на то что было пропущено много коробочек хлопчатника со специфичностью 75,6. YOLOv8 показал высокую точность обработки - 99,6, которая свидетельствует о хорошей обучаемости модели идентификации коробочек.

Испытание	TP	FP	FN	Sensitivity (%)	Accuracy (%)	Precision (%)	F1Score	Speed(fps)
Первый	286	0	96	74.9	74.9	100	0.86	5.6
Второй	410	3	126	76.5	76.1	99.3	0.86	5.8
Третий	385	2	126	75.3	75.0	99.5	0.86	5.8
Среднее				75.6	75.3	99.6	0.9	5.7
Стандартное отклонение				0.7	0.5	0.3	0.0	0.1

Таблица 1. Прогнозы YOLOv8 для каждого испытания.

Целью проведения исследования эксперимента было: повысить точность с 75,6% и при неизменной скорости обработки 5,7 кадров в секунду. Результат достигли путём обнаружения кадров только через определенные промежутки времени и в результате отслеживания по следующих кадров. В таблицах 2, 3 и 4 приведён результаты тестов для всех алгоритмов отслеживания и были определены параметры (чувствительность, точность, специфичность и F1-мера).

Таблицы содержат результаты каждого теста. В первом тесте просмотрено 605 кадров, во втором – 727 кадров, а в третьем – 672 кадров. При этом установлено, что из-за проблем с памятью Алгоритмы Boosting, Goturn и TLD не смогли обработать изображения. Недостатками этих алгоритмов были следующее: низкие скорости обработки кадров (меньше 200 кадров), и низкие надёжности работы. Таблицы 2, 3 и 4 показывают общее количество значений TP, FP и FN для 24 изображений, которые были проанализированы для каждого алгоритма.

Алгоритмы	TP	FP	FN	Sensitivity (%)	Accuracy (%)	Precision (%)	F1Score	Speed(fps)	Count (%)
Алг.1	352	0	30	92.1	92.1	100.0	0.96	0.7	100.0
Алг.2	333	16	49	87.2	83.7	95.4	0.91	2.2	53.4
Алг.3	346	10	36	90.6	88.3	97.2	0.94	3.6	98.5
Алг.4	347	8	35	90.8	89.0	97.7	0.94	0.2	84.7
Алг.5	334	16	48	87.4	83.9	95.4	0.91	8.1	57.3
Алг.6	359	0	23	94.0	94.0	100.0	0.97	7.5	95.4

Таблица 2. Результаты первого пробного эксперимента.

В Таблице 2 представлено первое видео, снятое камерой, которая двигалась быстрее, чем второй и третьей испытании. Для прохождения дистанцию 5 метров в первом, втором и третьем



проходах потребовалось 43, 57 и 51 секунда, соответственно. В ходе испытания установлено, что наименьшая скорость движения камеры была во время второго испытания.

Во втором испытании между 104 и 584 кадрами было обнаружено больше коробок, чем в первом и третьем испытаниях. В первом испытании, при относительно большей скорости, предложенный алгоритм (алгоритм б) показывает хорошие результаты по отношению ко вторым алгоритмам имеющий более высокую наибольшей скорость. Но в таблице 2, алгоритм б уступает алгоритму 1 в подсчете количества коробок хлопка. Однако, подсчет коробок хлопка в алгоритм б в таблице 3 с относительно большой скоростью превосходит алгоритм 1, но не в отношении чувствительности и точности. Это связано, с тем, что здесь использован чистый алгоритм Лукаса - Канаде, последний алгоритм позволяет точно определить медленно движущиеся объекты (кадры). Несмотря на это, чувствительность и точность б-го алгоритма близки к показаниям 1-го алгоритма.

Алгоритмы	TP	FP	FN	Sensitivity (%)	Accuracy (%)	Precision (%)	F1Score	Speed(fps)	Count (%)
Алг.1	518	2	18	96.6	96.3	99.6	0.98	0.6	99.2
Алг.2	495	24	41	92.4	88.4	95.4	0.94	1.9	74.8
Алг.3	490	3	46	91.4	90.9	99.4	0.95	3.1	96.2
Алг.4	510	2	26	95.1	94.8	99.6	0.97	0.2	94.7
Алг.5	485	24	51	90.5	86.6	95.3	0.93	7.7	73.3
Алг.6	505	0	31	94.2	94.2	100	0.97	7.8	101

Таблица 3. Результаты второго пробного эксперимента.

Алгоритмы	TP	FP	FN	Sensitivity (%)	Accuracy (%)	Precision (%)	F1Score	Speed(fps)	Count (%)
Алг.1	491	3	20	96.1	95.5	99.4	0.98	0.6	105
Алг.2	465	14	46	91.0	88.6	97.1	0.94	1.8	65.6
Алг.3	487	14	24	95.3	92.8	97.2	0.96	3.1	105
Алг.4	484	11	27	94.7	92.7	97.8	0.96	0.2	87.0
Алг.5	426	12	85	83.4	81.5	97.3	0.90	7.5	71.0
Алг.6	486	0	25	95.1	95.1	100	0.97	7.6	96.2

Таблица 4. Результаты третьего пробного эксперимента.

В то же время алгоритм 5 была самая высокая средняя скорость (7.8 кадра в секунду), а у алгоритма б была вторая по величине частоты кадров (7.6 кадра в секунду), и на неё не влияло количество обрабатываемых кадров, по сравнению с алгоритмом 5, который работал медленнее, когда количество кадров увеличивалось (таблица 5). У алгоритма 2, алгоритма 4 и алгоритма 5 в таблицах часто была низкая точность (таблица 5), что обычно вызвано неправильными оценками слежения, так как точность YOLOv8 была 99.6%. Хороший следящий алгоритм должен улучшить точность, как это сделали алгоритм б (100.0%) и алгоритм 1 (99.7%). Из-за морфологии коробочек хлопка, при обнаружении коробочек может быть обнаружено две или больше коробочек. Поэтому желательным является число подсчитанных объектов больше 100%, как в случае с TSPT (101.3%) (таблица 5).

Алгоритмы	Sensitivity (%)	Accuracy (%)	Precision (%)	F1Score	Speed(fps)	Count (%)
Алг.1	95.0 (2.0)	94.7 (1.8)	99.7 (0.3)	1.0 (0.0)	0.6 (0.0)	101.3 (2.4)
Алг.2	90.2	86.9	96.0	0.9	2.0	64.6



	(2.2)	(2.3)	(0.8)	(0.0)	(0.2)	(8.8)
Алг.3	92.4 (2.1)	90.6 (1.8)	97.9 (1.0)	1.0 (0.0)	3.2 (0.2)	99.7 (3.5)
Алг.4	88.2 (1.9)	85.7 (2.4)	96.8 (0.9)	0.9 (0.0)	5.1 (0.0)	76.3 (4.2)
Алг.5	87.1 (2.9)	84.0 (2.1)	96.0 (0.9)	0.9 (0.0)	7.8 (0.3)	67.2 (7.1)
Алг.6	94.4 (0.5)	94.4 (0.5)	100.0 (0.0)	1.0 (0.0)	7.6 (0.1)	97.5 (2.4)

Таблица 5. Среднее и стандартное отклонения (в скобках) трех пробных экспериментов.

Заключение. В результате проведенного исследования разработанный алгоритм системы ансамблевого зрения, позволил обнаруживать, отслеживать, локализовать и считать коробочки хлопка в реальном времени. Алгоритм 6 сочетает в себе глубокое обучение, цветовое сегментирование и преобразование изображения для поиска и отслеживания хлопковых коробочек. Этот алгоритм обеспечивает быстрое и точное отслеживание и подсчет коробочек хлопка с точностью до 94.4% и скоростью обработки в 7.6 кадров в секунду. Из полученных результатов видно, что показатель 6-го алгоритма улучшен по сравнению с детектором YOLOv8, чья точность составляет 75.3%, а скорость обработки - 5.7 кадров в секунду.

Алгоритмы 1 и 3 по сравнению с алгоритмом 6 показали более высокие результаты в подсчете коробочек, с точностью 101.3% и 99.7% соответственно, но со значительно меньшей скоростью (0.6 и 3.2 кадра в секунду, соответственно).

Алгоритм 5 был столь же быстрым, как алгоритм 6, однако средняя точность подсчета составила лишь 67.2%. Таким образом, хотя алгоритмы 5 и 1 преуспевают в отдельных показателях, а других основных показателях уступает 6-го алгоритма.

Таким образом, в этой модели мы использовали два универсальных алгоритма

(глубокое обучение и цветовая сегментация) для обнаружения коробочек хлопка, а также еще два алгоритма (Лукаса-Канаде и преобразование гомографии) для их отслеживания. Однако, скорость обработки изображения на компьютере была невысокая из-за ограничений процессора и оперативной памяти.

В настоящее время существует более мощные компьютеры, и мы планируем протестировать выбранную модель и проведения исследования.

Учитывая результатов проведенных исследований для получения рациональных результатов в дальнейших работах необходимо решать следующие задачи:

1. Для обработки данных и повышения точности обработки кадров необходимо использовать мощные компьютеры с высокой скоростью обработки информации.
2. Улучшить алгоритм отслеживания недефолированных коробочек хлопчатника, открытых, треснутых и незрелых коробочек.
3. Добавить еще одну камеру поближе к нижней части поля, чтобы улучшить отслеживание коробочек на хлопковых растениях с листьями и т.д.

Источники информации

1. Абдулхамидов, А. (2023). Свёрточная нейронная сеть для классификации хлопка по степени раскрытия. *Engineering problems and innovations*, 1(3), С. 23-34.
2. Абдазимов А., Ульжаев Э., Омонов Н. и Раджабов С. (2014). Применение алгоритмов компьютерного зрения для оценки производительности сборщиков хлопка. *Передовой научный журнал*. 12, С. 49-51.
3. Ли Дж., Карки М., Чжан К., Сяо К. и Фэн Т. (2016). Характеристика моделей сбора яблок для роботизированной уборки. *Компьютеры и электроника в сельском хозяйстве*, 127, С. 633-640.



4. Ван Хентен, Э.Дж., Ван Туйл, Б.В., Хемминг, Дж., Корнет, Дж.Г., Бонцема, Дж., и Ван Ос, Е.А. (2003). Полевые испытания автономного робота для сбора огурцов. Биосистемная инженерия, 86 (3), С. 305-313.
5. Кумар Н., Белхумер П.Н., Бисвас А., Джейкобс Д.В., Кресс В.Дж., Лопес И.К. и Соарес Дж.В. (2012). Leafsnap: система компьютерного зрения для автоматической идентификации видов растений. В журнале Computer Vision – ECCV 2012: 12-я Европейская конференция по компьютерному зрению, Флоренция, Италия, 7–13 октября 2012 г., Материалы, часть II 12 С. 502–516
6. Барре П., Стёвер БК, Мюллер К.Ф. и Штайнхаге В. (2017). LeafNet: система компьютерного зрения для автоматической идентификации видов растений. Экологическая информатика, 40, С. 50-56.
7. Ферентинос, КП (2018). Модели глубокого обучения для обнаружения и диагностики болезней растений. Компьютеры и электроника в сельском хозяйстве, 145, С. 311-318.
8. Фуэнтес А., Юн С., Ким С.С. и Парк Д.С. (2017). Надежный детектор на основе глубокого обучения для распознавания болезней и вредителей томатов в режиме реального времени. Датчики, 17 (9), 2022.
9. Гензе Н., Бхарти Р., Гриб М., Шультайс С.Дж. и Гримм Д.Г. (2020). Точное обнаружение всходов, прогнозирование и оценка качества трех зерновых культур на основе машинного обучения. Растительные методы, 16 (1), С. 1-11.
10. Гулхане, Вирджиния, и Гурджар, А.А. (2011). Обнаружение болезней на листьях хлопчатника и их возможная диагностика. Международный журнал обработки изображений (IJIP), 5 (5), С. 590-598.
11. Лян, Х. (2021). Классификация болезней пятнистости листьев хлопка, основанная на метрическом обучении. Растительные методы, 17, С. 1-11.
12. Абдулхамидов А. Оценки производительности свёрточной нейронной сети для классификации хлопка по степени раскрытия. Журнал «Приборы» 2023. № 9. С. 51-55.
13. Цзян Ю., Ли К. и Патерсон А.Х. (2016). Высокопроизводительное фенотипирование высоты растений хлопчатника с использованием изображений глубины в полевых условиях. Компьютеры и электроника в сельском хозяйстве, 130, С. 57-68.
14. Буланон Д.М., Катаока Т., Окамото Х. и Хата С.И. (август 2004 г.). Разработка системы машинного зрения реального времени для робота, собирающего яблоки. На ежегодной конференции SICE 2004 г. Том 1, С. 595–598.
15. Чжао Ю., Гонг Л., Хуан Ю. и Лю К. (2016). Надежное распознавание томатов для роботизированной уборки урожая с использованием слияния изображений. Датчики, 16 (2), С. 173.
16. Хаяси С., Ямамото С., Сайто С., Отиаи Ю., Камата Дж., Курита М. и Ямамото К. (2014). Полевая эксплуатация передвижного робота-сборщика клубники с использованием передвижной платформы. Ежеквартальный журнал сельскохозяйственных исследований Японии: JARQ, 48 (3), С. 307–316.
17. Камилов, М. М., Мирзаев, Н. М., & Раджабов, С. С. (2009). Современное состояние вопросов построения моделей алгоритмов распознавания. Химическая технология. Контроль и управление, 2, С. 67-72.
18. Камилов, М. М., Фазылов, Ш. Х., Мирзаев, Н. М., & Раджабов, С. С. (2020). Модели алгоритмов распознавания, основанных на оценке взаимосвязанности признаков. Ташкент: Фан ва технология.
19. Ровира-Мас Ф., Чжан К., Рид Дж. Ф. и Уилл Дж. Д. (2005). Алгоритм машинного зрения на основе преобразования Хафа для обнаружения рядов сельскохозяйственных культур автоматизированной сельскохозяйственной машины. Труды Института инженеров-механиков, Часть D: Журнал автомобильной техники, 219 (8), С. 999-1010.



20. Рубли Э., Рабо В., Конолиге К. и Брадски Г. (ноябрь 2011 г.). ORB: эффективная альтернатива SIFT или SURF. В 2011 г. Международная конференция по компьютерному зрению С. 2564-2571.
21. Улжаев Эркин, Абдулхамидов Азизжон, Убайдуллаев Уткиржон Сверточная нейронная сеть для классификации степени открытия хлопковой коробочки // Аль-Фаргоний авлодлари. 2023. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/a-convolutional-neural-network-for-classification-cotton-boll-opening-grade> (дата обращения: 19.12.2023).
22. Азизжон А. и Эркин У. (сентябрь 2022 г.). Выбор камеры для распознавания хлопка-сырца и анализа его основных параметров. В 2022 году Международная конференция по информационным наукам и коммуникационным технологиям (ICISCT) С. 1-4.
23. Абдулхамидов А., Улжаев Э. Определение степени раскрытости хлопкового сырья с помощью технического зрения. Зарегистрирован в Государственном реестре программных продуктов Республики Узбекистан № DGU 23492, 18.03.2023 – год.
24. Луо Л., Тан Ю., Цзоу Х., Е М., Фэн В. и Ли Г. (2016). Извлечение пространственной информации на основе зрения в гроздьях винограда для роботов-уборщиков. Биосистемная инженерия, 151, С. 90-104.
25. Улжаев Э., Абдулхамидов А. Преобразование видеоизображения в матрицу, оценка и выбор качественных алгоритмов. Журнал «Приборы» 2023. № 6. С. 21-25.
26. Улжаев, Э., Абдазимов, А. Д., Равутов, Ш. Т., & Тулбаев, Ф. А. (2011). Микропроцессорная система контроля и регулирования рабочей щели хлопкоуборочного аппарата. Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики», (5), С. 48-52.
27. Улжаев Э., Удабыдуллаев УМ, Абдулхамидов А.А., Эркинов Мастер С.М. (2021). Анализ и выбор методов и датчиков для контроля ширины рабочей щели урожайного устройства ср. Технические науки и инновации, 2021 (3), С. 207-216.
28. Улжаев Э., Убайдуллаев У., Абдулхамидов А. Анализ современного состояния автоматизации контроля и регулирования ширины рабочих щелей уборочного аппарата хлопкоуборочной машины с вертикальным шпинделем. Международной научно-практической конференции «Вызовы науки сегодня». Вашингтон США 4-5 апреля 2021 г. № 48. С. 977-989.
29. Ван М., Вэй Дж., Юань Дж. и Сюй К. (июнь 2008 г.). Исследование интеллектуального робота-сборщика хлопка на основе машинного зрения. В 2008 г. Международная конференция по информатике и автоматизации С. 800-803.
30. Улжаев Э., Абдулхамидов А. Измерение ширины кустов хлопчатника с применением технического зрения и математического обоснования, Научно-технический журнал Ферганского политехнического института, 2023 спец. выпуск №2, стр. 248-251.
31. Бак, К.В., Хемминг, Дж., Ван Туйл, ВАJ, Барт, Р., Вайс, Э., и ван Хентен, Э.Дж. (2017). Оценка производительности робота-уборщика сладкого перца. Журнал полевой робототехники, 34 (6), С. 1123–1139.
32. Мирзаев, Н. М., Раджабов, С. С., & Жумаев, Т. С. (2008). О параметризации моделей алгоритмов распознавания, основанных на оценке взаимосвязанности признаков. Проблемы информатики и энергетики, (2-3), С. 23-27.



ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ ВИРТУАЛЬНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ

Узаков Б.М.,
докторант Ташкентского университета
информационных технологий имени Мухаммада
аль-Хорезми
barhayotuzoqov@gmail.com

Хошимов Б. М.,
докторант Ташкентского университета
информационных технологий имени Мухаммада
аль-Хорезми
bxoshimov89@gmail.com

Аннотация. В настоящее время при оценке качества выходных продуктов нефтеперерабатывающих и химических процессов и, в частности, ректификационных колонн (РК), используются виртуальные анализаторы (ВА). Они предназначены для оценки не измеряемого непосредственно, но необходимого показателя качества продукта по измеряемым параметрам технологического процесса (температура, давление, расход), непрерывно контролируемым современными системами управления.

Ключевые слова. продуктов нефтеперерабатывающих и химических процессов за длительных и трудоемких отбора, транспортировки

1. Введение

Принцип действия ВА основан на непрерывном определении показателя качества по математической модели, описывающей его взаимосвязь с текущими значениями измеряемых характеристик режима технологического процесса. Использование ВА обусловлено тем, что системы лабораторного контроля качества на предприятии не в состоянии выдавать своевременную непрерывную информацию о качестве продукции из-за длительных и трудоемких отбора, транспортировки и анализа производимых проб (иногда они могут осуществляться не более двух раз в смену). Это может привести либо к выпуску брака, либо к ведению процесса с большим запасом по качеству. Однако оба эти варианта существенно снижают эффективность производства. [1]

Использование в этих целях автоматических анализаторов с прямым замером показателя качества в потоке не получило должного развития из-за своей сложности в эксплуатации и высокой

стоимости. В отличие от них виртуальные анализаторы, практически не уступая в точности, значительно дешевле и надежнее.

В докладе предлагается методика построения ВА качества продуктов промышленной ректификационной колонны с применением регрессионных моделей и алгоритма чередующегося условного математического ожидания (АСЕ) [2].

2. Постановка задачи

В реальных условиях качество выходного продукта РК анализируется лабораторным путем, а это достаточно сложная, дорогостоящая и, что немаловажно, долговременная процедура. Альтернативой такому подходу является переход к виртуальным анализаторам, использующим промышленные данные (данные со встроенных измерительных датчиков) ректификационной колонны. При разработке ВА применяются некоторые виды гибридных нейронных технологий, адаптивные алгоритмы



автоматического управления для непрерывной настройки модели, регрессионные модели и т.д.

Для построения ВА использовались метод наименьших квадратов (МНК) [3], робастная регрессия (РР) [4], метод проекции на латентные структуры (ПЛС) [5-6]. При этом перечисленные выше методы применялись для построения линейных моделей ВА, а алгоритм ACE - для построения нелинейных моделей.

Ставится задача разработки метода построения ВА ректификационной колонны с помощью алгоритма ACE и анализа качества моделей, получаемых на основе нескольких регрессионных методов с последующим выбором наиболее адекватной из них.

3. Описание промышленной РК

Процесс массообмена в РК показан на рисунке 1. Средние значения технологических параметров в определенных точках РК, на основе которых будут создаваться ВА, приведены ниже в таблице 1.

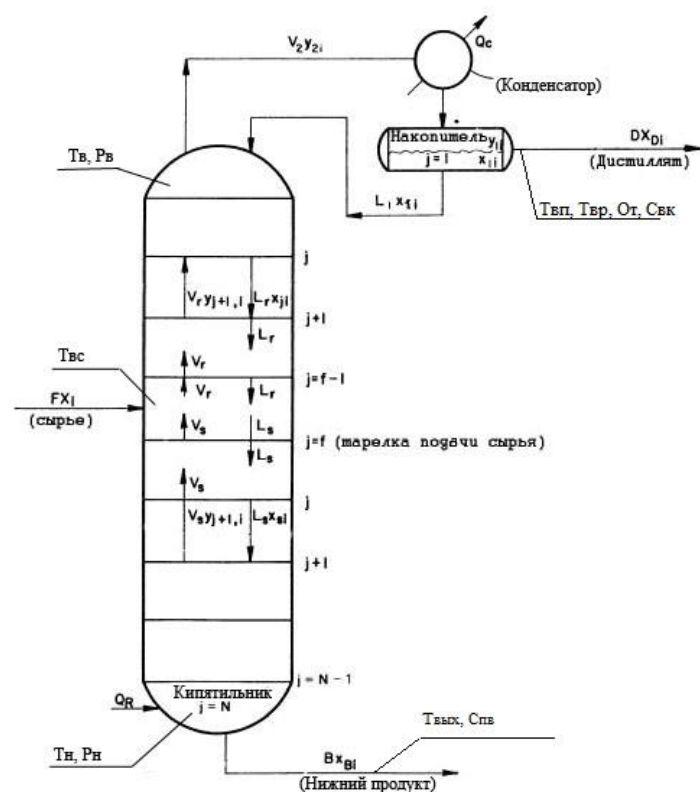


Рис. 1 – Схематическое изображение РК

Таблица 1 Средние значения технологических параметров в заданных точках РК

Наименование датчика РК	P_v - давление вверху РК, кг/см ³	D - расход дистиллята, т/ч	T_n - температура внизу РК, °C
	<i>PIC643</i>	<i>FIC622</i>	<i>TIC663</i>
	x_1	x_2	x_3
Показатель датчика	2	30	120

Равновесие фаз на каждой ступени разделения РК описывается следующими уравнениями [7]:

$$y_{ij} = K_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^C y_{ij} = 1, \quad \sum_{i=1}^C x_{ij} = 1,$$

при условиях K_{ij} – константа физического равновесия на j -ой тарелке i -го компонента (находится по уравнению Антуана [7]),

x_{ij} – концентрация в жидкой фазе на j -ой тарелке i -го компонента,

y_{ij} – концентрация в газообразной фазе j -ой тарелке i -го компонента,

C – количество компонентов в смеси.

В исследуемом случае количество компонентов $C = 28$, ($i=1, 2, \dots, C$), количество тарелок в РК $N = 44$, ($j=1, 2, \dots, N$).

Уравнения материального баланса имеют вид:

$$\begin{aligned} V_{j+1} y_{j+1,i} &= L_j x_{ji} + DX_{Di} & (j=1, 2, \dots, f-2) \\ V_f y_{fi} + V_F y_{Fi} &= L_{f-1} x_{f-1,i} + DX_{Di} \\ V_{j+1} y_{j+1,i} &= L_j x_{ji} - Bx_{Bi} & (j=f, f+1, \dots, N-1) \\ FX_i &= DX_{Di} + Bx_{Bi} \end{aligned} \quad (2)$$

где V_j – паровой поток, покидающий j -ую тарелку,

L_j – поток жидкости, покидающий j -ую тарелку,



D – дистиллят (верхний продукт РК),
 B – нижний продукт в РК,
 N – количество ступеней в РК,
 FX_i – количество i -го компонента в сырье,
поступающем в РК на тарелку f ,
 f – номер тарелки в РК, на которую
подаётся сырьё,
 X_{Di} – концентрация i -го компонента в
дистилляте.

Уравнения энергетического баланса имеют
вид:

$$\begin{aligned} V_{j+1}H_{j+1} &= L_j h_j + DH_D + Q_c & (j=1,2,\dots,f-2) \\ V_f H_f + V_F H_F &= L_{f-1} h_{f-1} + DH_D + Q_c \\ V_{j+1}H_{j+1} &= L_j h_j - Bh_B + Q_R & (j=f, f+1,\dots,N-1) \\ FH &= Bh_B + DH_D + Q_c - Q_R \end{aligned} \quad (3)$$

где H_j – энтальпия паров на j -ой тарелке,
 h_j – энтальпия жидкости на j -ой тарелке,
 Q_c – тепловая нагрузка конденсатора,
 Q_R – тепловая нагрузка кипятильника.

Решение системы уравнений (1)-(3)
является сложным и трудоёмким, что не позволяет
проводить вычисления в режиме on-line
(сложность и время вычисления увеличиваются в
разы с каждым новым компонентом C в
исследуемой системе) и использовать ее как
рабочую модель ВА.

Создание ВА описывается на примере двух
показателей качества: содержание
бензолообразующих веществ и концентрация изо-
пентана в дистилляте. Для этого имеются
необходимые данные лабораторных исследований
верхнего продукта (дистиллята) РК и данные
датчиков РК в заданное время.

4. Алгоритм АСЕ

Модель, получаемая по алгоритму АСЕ
[2,8], имеет следующую общую форму:

$$\theta(Y) = \alpha + \sum_{i=1}^p \phi_i(X_i) + \varepsilon, \quad (4)$$

где θ – функция выходной переменной Y и
 ϕ_i – функции входов $X_i, i=1,\dots,p$, ε – ошибка, т.е.
этот алгоритм позволяет переходить от
классического уравнения регрессии, линейного по
входным переменным, к уравнению типа (4).

Алгоритм АСЕ для заданного набора
данных, состоящего из выходной переменной Y и
входных переменных X_1, X_2, \dots, X_p , начинает свою
работу с вычисления некоторых начальных
преобразований $\theta(Y), \phi_1(X_1), \dots, \phi_p(X_p)$.
Используя их, вычисляется

$$\varepsilon^2(\theta, \phi_1, \dots, \phi_p) = E \left\{ \left[\theta(Y) - \sum_{i=1}^p \phi_i(X_i) \right]^2 \right\} \quad (5)$$

Минимизация ε^2 из (5) по
 $\phi_1(X_1), \dots, \phi_p(X_p)$ и $\theta(Y)$ достигается
посредством минимизации функций, заданных
уравнениями:

$$\begin{aligned} \phi_i(X_i) &= E \left[\theta(Y) - \sum_{j \neq i}^p \phi_j(X_j) \middle| X_i \right] \\ \theta(Y) &= E \left[\sum_{i=1}^p \phi_i(X_i) \middle| Y \right] / \left\| E \left[\sum_{i=1}^p \phi_i(X_i) \middle| Y \right] \right\| \end{aligned}$$

Процесс минимизации ε^2 осуществляется
последовательно по каждой из переменных, для
которых вычисляются условные математические
ожидания [2].

После минимизации $\phi_i(X_i), i=1,\dots,p$, и
 $\theta(Y)$ получаем оптимальные преобразования
 $\phi_i^*(X_i), i=1,\dots,p$ и $\theta^*(Y)$. В результате получаем
уравнение:

$$\theta^*(Y) = \sum_{i=1}^p \phi_i^*(X_i) + \varepsilon^*$$

где ε^* – ошибка, не устраняемая
использованием алгоритма АСЕ. Минимум
ошибки регрессии ε^* и максимум коэффициента



множественной корреляции ρ^* связаны соотношением $\varepsilon^{*2} = 1 - \rho^{*2}$.

Оптимальные преобразования в алгоритме ACE не требуют априорных предположений о какой-либо конкретной функции, связывающей выход и входные переменные. Таким образом, алгоритм ACE оказывается мощным средством для исследования данных и их взаимосвязей.

Алгоритм ACE, основанный на нелинейных преобразованиях входных переменных, дает более точную модель при построении ее по данным с явной нелинейной зависимостью. Это относится и к данным РК, так как протекающие в ней процессы являются нелинейными. Следовательно, к данным РК можно применять алгоритм ACE, получая более точную, по сравнению с традиционными методами линейной регрессии, модель.

5. Исследование методов построения моделей ВА

Строятся модели ВА, необходимые для промышленных РК. Для построения модели ВА необходимо сформировать данные из базы данных технологических переменных РК. Для моделирования они выбраны с учетом физико-химических процессов, влияющих на качество продуктов в РК (табл. 1). Вычисляются средние значения переменных за последний час перед лабораторным измерением. Это связано с тем, что ВА производит оценку показателей качества РК в статическом режиме. Полученные средние значения (матрица X) сопоставляются с лабораторными измерениями качества продукта колонны (вектор Y).

Для идентификации моделей ВА (содержание бензолобразующих веществ и концентрация изо-пентана в дистилляте) использованы 4 регрессионных метода и алгоритм ACE, два набора лабораторных данных (значения Y), 3 технологических переменных (значения X). Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 Результаты идентификации модели ВА по содержанию бензолобразующих веществ в дистилляте

Используемый метод	Коэффициент множ. корреляции R	Среднеквадратичное отклонение	Коэффициент детерминации R ²
МНК	0.6069	1.7067	0.3683
МЛР	0.4970	1.8636	0.2468
ПЛС 2	0.4970	1.8636	0.2468
РР	0.6067	1.7070	0.3679
ПЛС	0.6069	1.7067	0.3683
ACE	0.8694	1.0735	0.7500

При использовании в качестве критерия коэффициента детерминации R² оказалось, что наиболее точной является модель, полученная по алгоритму ACE. Это подтверждает тот факт, что алгоритм ACE наиболее подходит для идентификации ВА качества выходных продуктов РК с высокой долей нелинейности.

Результаты построения моделей разными регрессионными методами по концентрации изо-пентана в выходном продукте РК представлены в таблице 3.

Таблица 3 Результаты идентификации модели ВА по концентрации изо-пентана в дистилляте

Используемый метод	Коэффициент множ. корреляции R	Среднеквадратичное отклонение	Коэффициент детерминации R ²
МНК	0.9308	0.7851	0.8663
МЛР	0.9083	0.9009	0.8240
ПЛС 2	0.9083	0.9009	0,8240
РР	0.9307	0.7859	0.8661
ПЛС	0.9308	0.7851	0.8663
ACE	0.8434	1.2622	0.4920

Из таблицы 3 следует, что для построения ВА по концентрации изопентана наилучшие



результаты дают традиционные методы регрессионного моделирования ПЛС, МНК.

6. Заключение

Проведенные исследования промышленных данных ректификационной колонны регрессионными методами с целью идентификации ВА показали, что в случае явно выраженной нелинейности алгоритм ACE дает более точные результаты, чем регрессионные методы МНК, МЛР, ПЛС, ПЛС2, РР.

В процессе идентификации ВА по содержанию изо-пентана в дистилляте алгоритм ACE дал результат почти в два раза хуже, по сравнению с традиционными регрессионными методами. Поэтому его следует применять, когда традиционные регрессионные методы дают плохую точность модели из-за наличия существенно нелинейных взаимосвязей в структуре моделируемых данных и отказаться от его применения, если результаты моделирования оказываются на порядок хуже традиционных регрессионных методов. В связи с этим при создании ВА для промышленных ректификационных колонн представляется целесообразным для проверки описанных условий применять многометодные технологии вместо использования контроля разработчика.

Исследования показали, что из традиционных регрессионных методов моделирования наиболее подходящим, точным и удобным для интерпретации результатов является метод проекции на латентные структуры (ПЛС). Полученные результаты не противоречат существующим методикам выбора регрессионных методов моделирования в области хемо метрики.

Список литературы

1. Бахтадзе Н.Н. Виртуальные анализаторы (идентификационный подход) // АиТ. 2004. № 11. С. 3-23.
2. Breiman L., Friedman J. Estimating optional transformations for multiple regression and correlation // Journal of the American Statistical Association. 1985. Vol. 80. P. 580-598.

3. Lee C., Choi S.W., Lee, I-B. Sensor fault identification based on time-lagged PCA in dynamic processes // Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. 2004. Vol. 70. No. 2. P. 165–178.

4. Street J. O., R. J. Carroll, Ruppert D. A Note on Computing Robust Regression Estimates via Iteratively Reweighted Least Squares // The American Statistician. 1988. Vol.42. P. 152-154.

5. Zamprogna E., Barolo M., Seborg D. E. Development of a soft sensor for a bath distillation column using liner and nonlinear PLS regression techniques // Control Engineering Practice. 2004. Vol. 12. No. 7. P. 917-929.

6. Mejdell T., Skogestad S. Estimation of Distillation Compositions from Multiple Temperature Measurements Using Partial least squares Regression // Ind. Eng. Chem. Res. 1991. Vol. 30. P. 2543-2555.

7. Holland, C. D. Fundamentals of multicomponent distillation. New York: McGraw-Hill Book Company, 1981. 633P.

8. Wang D., Murphy M. Estimating optimal transformations for multiple regression using the ACE algorithm // Journal of Data Science. 2004. Vol. 2. P. 329-346.

9. Muminjonovich, Hoshimov Bahodirjon, and Uzokov Barhayot Muhammadiyevich. "Teaching Children to Programming on the Example of the Scratch Program." Eurasian Scientific Herald 9 (2022): 131-134.



SHA oilasiga mansub xesh funksiyalar tahlili

Rahmatullayev Ilhom Rahmatullayevich,
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD),
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent
axborot texnologiyalar universiteti Samarqand filiali
"Axborot xavfsizli" kafedrasini o'qituvchisi
Ilhom9001@gmail.com

Umurzakov Oybek,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent
axborot texnologiyalar universiteti Samarqand filiali
"Axborot xavfsizli" kafedrasini o'qituvchisi

Annotatsiya. Bu algoritmlar, turli xil dasturlash va xavfsizlik talablarida keng qo'llaniladi, jumladan, elektron raqamli imzolar, SSL sertifikatlari va boshqa ko'plab xavfsizlik protokollari uchun asosiy qismlardir. SHA oilasiga mansub xesh funksiya algoritmlari va ularning qadamlari ketma-ketligi, shuningdek, SHA-3 algoritmi uchun o'tkazilgan tanlov haqida ma'lumotlar, shuningdek, SHA-1, SHA-2, SHA-3 algoritmlariga nisbatan o'tkazilgan kriptotahlil natijalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: Xesh funksiya, autentifikatsiya, kalitli va kalitsiz xesh funksiya, SHA-0, SHA-1, SHA-2, SHA-3, Keccak

Kirish. Xesh funksiya bu - ixtiyoriy uzunlikdagi kirish ma'lumotlar to'plamini (M) fiksirlangan uzunlikdagi H(M) qiymatiga aks ettiruvchi bir tomonlama funksiyadir. Bu qiymat, odatda, xesh yoki xesh qiymati deb ataladi. Bu yerda fiksirlangan uzunlik sifatida 64 bit, 128 bit, 160 bit, 256 bit, 512 bit tushuniladi[2].

Xeshlash, kirish massividagi ma'lumotlarni maxsus algoritm yordamida bitlar ketma-ketligiga aylantirish jarayonidir. Bu jarayonda, har qanday hajmdagi kirish ma'lumoti qat'iy belgilangan uzunlikdagi xesh qiymatiga aylantiriladi. Xeshlashning asosiy maqsadi ma'lumotlarni xavfsiz, qisqartirilgan va boshqariladigan shaklga olib kelishdir.

Xesh funksiya algoritmlaridan amaliy foydalanishdan ko'zlangan asosiy maqsad:

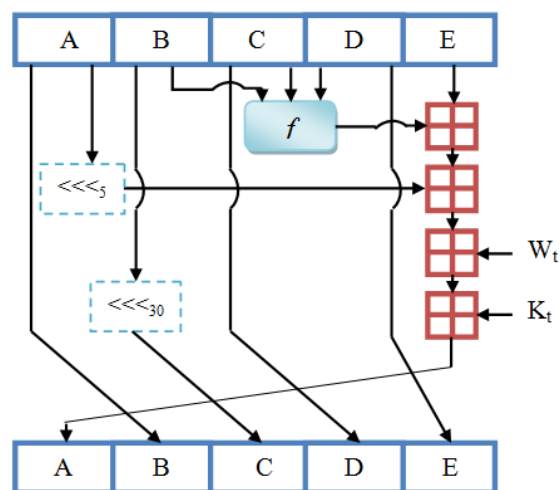
1. Ma'lumotni uzatishda va saqlashda uning to'laligini nazorat qilish.

2. Ma'lumot manba'sini autentifikatsiya qilish.

Amerika Qo'shma Shtatlarida 1993-yil NSA va NIST birgalikda FIPS PUB 180 standartiga binoan xesh-funksiya algoritmi SHA-0 ni yaratishdi. Oradan ko'p o'tmay ushbu algoritm bir guruh kriptograflar tomonidan kolliziyaga uchratildi. Shuning uchun

1995-yilda FIPS PUB 180-1[5] standartga binoan SHA-0 algoritmining ma'lum bir qismi o'zgartirilib SHA-1 algoritmini ishlab chiqildi[1].

Asosiy qism. SHA-1 algoritmda kiruvchi ma'lumotning uzunligi 2^{64} bitdan kichik bo'lib, xesh qiymat uzunligi 160 bit bo'ladi. Kiritilayotgan ma'lumot 512 bitlik bloklarga ajratilib qayta ishlanadi.



1-rasm. SHA-0 va SHA-1 algoritmining blok sxemasi



Xesh qiymatni hisoblash jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

1-bosqich. To'ldirish bitlarini qo'shish.

Berilgan ma'lumot uzunligi 512 modul bo'yicha 448 bilan taqqoslanadigan (ma'lumot uzunligi $\equiv 448 \pmod{512}$) qilib to'ldiriladi. To'ldirish hamma vaqt, hattoki ma'lumot uzunligi 512 modul bo'yicha 448 bilan taqqoslanadigan bo'lsa ham bajariladi.

To'ldirish quyidagi tartibda amalga oshiriladi: ma'lumotga 1 ga teng bo'lgan bitta bit qo'shiladi, qolgan bitlar esa 0 lar bilan to'ldiriladi. Shuning uchun qo'shilgan bitlar soni 1 dan 512 tagacha bo'ladi.

2- bosqich. Ma'lumotning uzunligini qo'shish.

1-bosqichning natijasiga berilgan ma'lumot uzunligining 64 bitlik qiymati qo'shiladi.

3- bosqich. Xesh qiymat uchun bufer initsializatsiya qilish.

Xesh funksiyaning oraliqva ohirgi natijalarini saqlash uchun 160 bitlik buferdan foydalaniladi. Bu buferni beshta 32 bitlik A, B, C, D, E registrlar ko'rinishida tasvirlash mumkin. Bu registrlarga 16 lik sanoq sistemasida quyidagi boshlang'ich qiymatlar beriladi:

$$\begin{aligned} A &= 0x67452301, \\ B &= 0xEFCDAB89, \\ C &= 0x98BADCFE, \\ D &= 0x10325476, \\ E &= 0xC3D2E1F0. \end{aligned}$$

Keyinchalik bu o'zgaruvchilar mos ravishda yangi a, b, c, d va e o'zgaruvchilarga yozib olinadi.

4- bosqich. Ma'lumotni 512 bitlik bloklarga ajratib qayta ishlash.

Bu xesh funksiyaning asosiy sikli quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} & \text{for } (t = 0; t < 80; t++) \\ & \{ \text{temp} = (a \lll 5) + f_t(b, c, d) + e + W_t + K_t; \\ & e = d; d = c; c = b \lll 30; b = a; a = \text{temp}; \\ & \} \end{aligned}$$

Bu yerda \lll - chapga siklik surish amali. K_t lar 16 lik sanoq sistemasida yozilgan quyidagi fiksirlangan sonlardan iborat:

$$K_t = \begin{cases} 5A827999, & t = 0, \dots, 19, \\ 6ED9EBA1, & t = 20, \dots, 39, \\ 8F1BBCDC, & t = 40, \dots, 59, \\ CA62C1D6, & t = 60, \dots, 79. \end{cases}$$

$f_t(x, y, z)$ funksiyalar esa quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi:

$$f_t(x, y, z) = \begin{cases} X \wedge Y \vee \neg X \wedge Z, & t = 0, \dots, 19, \\ X \oplus Y \oplus Z, & t = 20, \dots, 39, 60, \dots, 79, \\ X \wedge Y \vee X \wedge Z \vee Y \wedge Z, & t = 40, \dots, 59. \end{cases} \quad (1)$$

W_t lar kengaytirilgan ma'lumotning 512 bitlik blokining 32 bitlik qism bloklaridan quyidagi qoida bo'yicha hosil qilinadi:

$$W_t = \begin{cases} M_t, & t = 0, \dots, 15, \\ (W_{t-3} \oplus W_{t-8} \oplus W_{t-14} \oplus W_{t-16}) \lll 1, & t = 16, \dots, 79. \end{cases}$$

SHA-1 uchun (2)

$$W_t = \begin{cases} M_t, & t = 0, \dots, 15, \\ (W_{t-3} \oplus W_{t-8} \oplus W_{t-14} \oplus W_{t-16}), & t = 16, \dots, 79. \end{cases}$$

SHA-0 uchun (3)

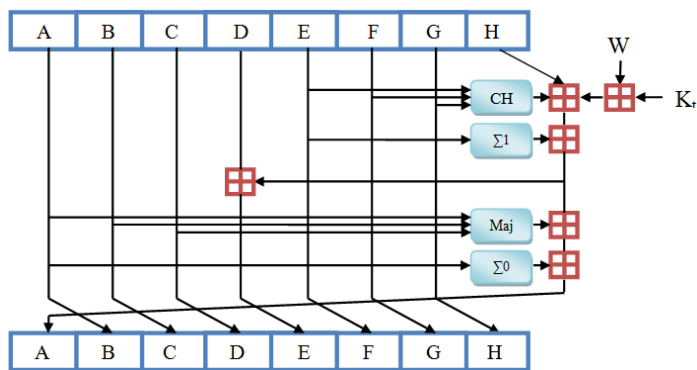
Asosiy sikl tugagandan so'ng a, b, c, d va e larning qiymatlari mos ravishda A, B, C, D va E registrlardagi qiymatlarga qo'shiladi hamda shu registrlarga yozib qo'yiladi va kengaytirilgan ma'lumotning keyingi 512 bitlik blokini qayta ishlashga o'tiladi.

5- bosqich. Natija.

Ma'lumotning xesh qiymati A, B, C, D va E registrlardagi qiymatlarni birlashtirish natijasida hosil qilinadi.

Keyinchalik AQSh da kalit uzunligi 128, 192 va 256 bit bo'lgan yangi shifrlash standarti ishlab chiqilganligi hamda texnologiyaning yuqori sur'atda rivojlanganligi sababli shunday darajadagi bardoshlilikka ega bo'lgan yangi xesh funksiyalar algoritmlarini yaratishga ehtiyoj paydo bo'ldi. Shu sababli 2002-yilda AQSh ning yangi xesh funksiya standarti FIPS PUB 180-2[6] qabul qilindi. Bu standartda to'rtta xesh funksiya - SHA-224, SHA-256, SHA-384 va SHA-512 algoritmlari keltirilgan[12].





2-rasm. SHA-2 algoritmining umumiy blok sxemasi.

Quyida **SHA-256** xesh funksiyasi algoritmini qarab chiqamiz. Bu algoritmda kiruvchi ma'lumotning uzunligi 2^{64} bitdan kichik bo'lib, xesh qiymat uzunligi 256 bit bo'ladi. Ushbu algoritmnii ikki qismga: siqish funksiyasi va ma'lumotni qayta ishlash algoritmiga bo'lish mumkin. Siqish funksiyasi uzunligi 256 bit bo'ladigan oraliq xesh qiymatni matnning navbatdagi blokini kalit sifatida olib shifrlash algoritmidan iborat. Siqish funksiyasida oldingi belgilashlardan tashqari quyidagi belgilashlar ham ishlatiladi: R^n - so'zni n bit o'ngga siklik surish, S^n - so'zni n bit o'ngga arifmetik(logik) surish. So'zning o'lchami 32 bitga teng deb, qo'shish esa $(a+b) \bmod 2^{32}$ bo'yicha olinadi. Boshlang'ich xeshlash vektori 8 ta 32 razryadlik so'zlardan iborat bo'lib, u quyidagi tub sonlardan olingan kvadrat ildizlarning kasr qismlariga teng qilib olinadi:

{6a09e667, bb67ae85, 3c6ef372, a54ff53a, 510e527f, 9b05688c, 1f83d9ab, 5be0cd19}

Keyingi hisoblashlar quyidagi bosqichda olib boriladi:

1-bosqich. Boshlang'ich qayta ishlash. Xeshlanuvchi ma'lumot SHA-1 ga o'xshab uzunligi 512 ga karrali bo'lguncha to'ldiriladi. To'ldirishda ma'lumotdan keyin 1 yoziladi va qolgan bitlar 0 lar bilan to'ldiriladi. Bunda ma'lumot uzunligi 512 modul bo'yicha 448 bilan taqqoslanadigan qilib to'ldiriladi. Keyin berilgan ma'lumotning 64 bitlik uzunligi yoziladi.

2-bosqich. Ma'lumotni 512 bitlik bloklarga ajratish. Kengaytirilgan ma'lumot 512 bitlik bloklarga ajratiladi.

3-bosqich. Asosiy sikl. Bu siklda argumenti va qiymatlari 32 bit bo'lgan oltita mantiqiy funksiyadan foydalaniladi:

$$Ch(x, y, z) = (x \wedge y) \oplus (\neg x \wedge z),$$

$$Maj(x, y, z) = (x \wedge y) \oplus (x \wedge z) \oplus (y \wedge z),$$

$$\Sigma_0(x) = S^2(x) \oplus S^{13}(x) \oplus S^{22}(x), \quad (4)$$

$$\Sigma_1(x) = S^6(x) \oplus S^{11}(x) \oplus S^{25}(x),$$

$$\sigma_0(x) = S^7(x) \oplus S^{18}(x) \oplus R^3(x),$$

$$\sigma_1(x) = S^{17}(x) \oplus S^{19}(x) \oplus R^{10}(x).$$

$M^{(i)}$ blokni $M^{(i)} = M_0^{(i)} M_1^{(i)} \dots M_{15}^{(i)}$ 16 ta 32

bitlik so'zlarga ajratiladi va W_0, \dots, W_{63} lar quyidagicha aniqlanadi:

$$W_j = M_j^{(i)}, \quad j = 0, \dots, 15$$

for $j=16$ to 63

$$\left\{ \begin{array}{l} W_j = \sigma_1(W_{j-2}) + W_{j-7} + \sigma_0(W_{j-15}) + W_{j-16} \end{array} \right\}$$

K_0, \dots, K_{63} o'zgarmlar sifatida esa quyidagi 64 ta 16 lik ko'rinishda tasvirlangan sonlardan chiqarilgan kub ildizlar kasr qismlarining birinchi 32 biti olinadi:

428a2f98	71374491	b5c0fbcf	e9b5dba5	3956c25b	59f111f1	923f82a4	ab1c5ed5
d807aa98	12835b01	243185be	550c7dc3	72be5d74	80deb1fe	9bdc06a7	c19bf174
e49b69c1	efbe4786	0fc19dc6	240ca1cc	2de92c6f	4a7484aa	5cb0a9dc	76f988da
983e5152	a831c66d	b00327c8	bf597fc7	c6e00bf3	d5a79147	06ca6351	14292967
27b70a85	2e1b2138	4d2c6dfc	53380d13	650a7354	766a0abb	81c2c92e	92722c85
a2bfe8a1	a81a664b	c24b8b70	c76c51a3	d192e819	d6990624	f40e3585	106aa070
19a4c116	1e376c08	2748774c	34b0bcb5	391c0cb3	4ed8aa4a	5b9cca4f	682e6ff3
748f82ee	78a5636f	84c87814	8cc70208	90befffa	a4506ceb	bef9a3f7	c67178f2

Asosiy sikl quyidagicha bo'ladi:

for $i=0$ to N

{ // N - kengaytirilgan ma'lumotning bloklari soni.

// a, b, c, d, e, f, g, h registrlarni xesh funksiyaning $(i-1)$ oraliq qiymati bilan

// qiymatlarni o'zlashtirish (initsializatsiyalash).

$$a = H_1^{(i-1)}; b = H_2^{(i-1)}; c = H_3^{(i-1)}; d = H_4^{(i-1)}; e = H_5^{(i-1)}; f = H_6^{(i-1)}; g = H_7^{(i-1)}; h = H_8^{(i-1)}$$

// a, b, c, d, e, f, g, h registrlarga siqish funksiyasini qo'llash.

for $i=0$ to 63



$\{$ // $Ch(e, f, g), Maj(a, b, c), \Sigma_0(a), \Sigma_1(e)$ va W_j lar hisoblanadi.

$$T_1 = h + \Sigma_1(e) + Ch(e, f, g) + K_j + W_j$$

$$T_2 = \Sigma_0(a) + Maj(a, b, c)$$

$$h = g ; g = f ; f = e ; e = d + T_1 ; d = c ; c = b$$

$$; b = a ; a = T_1 + T_2$$

$\}$

// i – oraliq xesh qiymat $H^{(i)}$ ni hisoblash.

$$H_1^{(i)} = a + H_1^{(i-1)} ; H_2^{(i)} = b + H_2^{(i-1)} ;$$

$$H_3^{(i)} = c + H_3^{(i-1)} ; H_4^{(i)} = d + H_4^{(i-1)} ;$$

$$H_5^{(i)} = e + H_5^{(i-1)} ; H_6^{(i)} = f + H_6^{(i-1)} ;$$

$$H_7^{(i)} = g + H_7^{(i-1)} ; H_8^{(i)} = h + H_7^{(i-1)}$$

$\}$

Natijada

$$H^{(N)} = H_1^{(N)} \parallel H_2^{(N)} \parallel H_3^{(N)} \parallel H_4^{(N)} \parallel H_5^{(N)} \parallel H_6^{(N)} \parallel H_7^{(N)} \parallel H_8^{(N)}$$

ifoda M ma'lumotning xesh qiymatini beradi.

SHA-224 xesh funksiyasi algoritmi SHA-256 algoritmidan faqat boshlang'ich vektori ya'ni:

$\{c1059ed8, 367cd507, 3070dd17, f70e5939, ffc00b31, 0x68581511, 0x64f98fa7, 0xbefa4fa4\}$ bilan farq qiladi. Bu algoritmda kiruvchi ma'lumotning uzunligi 2^{64} bitdan kichik bo'lib, xesh qiymat uzunligi 224 bit bo'ladi. Boshqa barcha hisoblashlar SHA-256 algoritmi bilan bir hil bo'ladi. Natijada chiquvchi xesh qiymat sifatida

$$H^{(N)} = H_1^{(N)} \parallel H_2^{(N)} \parallel H_3^{(N)} \parallel H_4^{(N)} \parallel H_5^{(N)} \parallel H_6^{(N)} \parallel H_7^{(N)} \parallel H_8^{(N)}$$

ning chap tomonidan 256 biti, ya'ni

$$H^{(N)} = H_1^{(N)} \parallel H_2^{(N)} \parallel H_3^{(N)} \parallel H_4^{(N)} \parallel H_5^{(N)} \parallel H_6^{(N)} \parallel H_7^{(N)}$$

olinadi.

SHA-512 xesh funksiya o'zining tuzilishiga ko'ra SHA-256 xesh funksiyasiga o'xshaydi, lekin unda uzunligi 64 bit bo'lgan ma'lumotlar ustida amal bajariladi. Bu algoritmda kiruvchi ma'lumotning uzunligi 2^{128} bitdan kichik bo'lib, xesh qiymat uzunligi 512 bit bo'ladi. Ma'lumotning uzunligi 1024 ga karrali qilib to'ldiriladi. To'ldirishda ma'lumotning oxiriga 1 yozilib, qolgan qismi 0 lar bilan shunday to'ldiriladiki,

ma'lumotning uzunligi 1024 ga karrali sondan 128 bit kam bo'lishi kerak. Oxiriga berilgan ma'lumotning 128 bit uzunligi qo'shiladi. Shunday qilib, kengaytirilgan ma'lumot uzunligi 1024 ga karrali bo'ladi. Boshlang'ich vektor 8 ta 64 razryadlik so'zlardan iborat bo'lib, u quyidagi tub sonlardan olingan kvadrat ildizlarning kasr qismlariga teng bo'ladi:

$$\{6a09e667f3bcc908, bb67ae8584caa73b, 3c6ef372fe94f82b, a54ff53a5f1d36f1,$$

$$510e527fade682d1, 9b05688c2b3e6c1f, 1f83d9abfb41bd6b, be0cd19137e2179\}$$

Asosiy sikl huddi SHA-256 algoritmidagidek bo'lib, faqat SHA-512 algoritmidagi funksiyalar va bajariladigan amallar 64 bitlik ma'lumotlarda aniqlangan hamda qo'shish mod 2^{64} bo'yicha olinadi. Siqish funksiyasi esa faqat sikldagi iteratsiyalar soni bilan farq qiladi:

for $i=0$ to 79

$$\{ // Ch(e, f, g), Maj(a, b, c), \Sigma_0(a), \Sigma_1(e) \text{ va } W_j$$

larni hisoblanadi.

$$T_1 = h + \Sigma_1(e) + Ch(e, f, g) + K_j + W_j$$

$$T_2 = \Sigma_0(a) + Maj(a, b, c)$$

$$h = g ; g = f ; f = e ; e = d + T_1 ; d = c ;$$

$$c = b ; b = a ; a = T_1 + T_2$$

$\}$

Mantiqiy funksiyalar esa SHA-256 algoritmdagi mantiqiy funksiyalardan quyidagicha farq qiladi:

$$\Sigma_0(x) = S^{28}(x) \oplus S^{34}(x) \oplus S^{39}(x),$$

$$\Sigma_1(x) = S^{14}(x) \oplus S^{18}(x) \oplus S^{41}(x), \quad (5)$$

$$\sigma_0(x) = S^1(x) \oplus S^8(x) \oplus R^7(x),$$

$$\sigma_1(x) = S^{19}(x) \oplus S^{61}(x) \oplus R^6(x).$$

$$M^{(i)} \text{ blokni } M^{(i)} = M_0^{(i)} M_1^{(i)} \dots M_{15}^{(i)} \text{ 16 ta 64}$$

bitlik qismlarga ajratiladi va W_0, \dots, W_{79} lar quyidagicha aniqlanadi:

$$W_j = M_j^{(i)}, \quad j = 0, \dots, 15,$$

for $j=16$ to 79

$\{$

$$W_j = \sigma_1(W_{j-2}) + W_{j-7} + \sigma_0(W_{j-15}) + W_{j-16} \quad \}$$



K_0, \dots, K_{79} o'zgarmlar sifatida esa quyidagi
 80 ta 16 lik ko'rinishda tasvirlangan tub sonlardan
 chiqarilgan kub ildizlar kasr qismining birinchi 64 biti
 olinadi:

428a2f98d728ae22	7137449123ef65cd	b5c0fbfec4d3b2f	e9b5dba58189dbbc
3956c25bf348b538	59f111f1b605d019	923f82a4af194f9b	ab1c5eda6d8118
d807aa98a3030242	12835b0145706fbe	243185be4ee4b28c	550c7dc3d5ffb4e2
72be5d74f27b896f	80deb1fe3b1696b1	9bdc06a725c71235	c19bf174cf69269a
e49b69c19ef14ad2	efbe4786384f25e3	0fc19dc688b8cd5b5	240ca1cc77ac9c65
2de92c6f592b0275	4a7484aa6e6e483	5cb0a9dcb41fbd4	76f988da831153b5
983e5152ee66dfab	a831c66d2db43210	b00327c898fb213f	bf597fc7bee0ee4
c6e00bf33da8f2	d5a79147930aa725	06ca6351e003826f	142929670a0e6e70
27b70a8546d22ffc	2e1b21385c26c926	4d2c6df55ac42aed	53380d139d95b3df
650a73548baf63de	766a0abb3c77b2a8	81c2c92e47edaee6	92722c851482353b
a2bfe8a14cf10364	a81a664bbc423001	c24b8b70d0f89791	c76c51a30654be30
d192e819d6ef5218	d69906245565a910	f40e35855771202a	106aa07032bbd1b8
19a4c116b8d2d0c8	1e376c085141ab53	2748774cdf8eeb99	34b0cbb5e19b48a8
391c0cb3c5c95a63	4ed8aa4ae3418acb	5b9cca4f7763e373	682e6ff3d6b2b8a3
748f82ee5defb2fc	78a5636f43172f60	84c87814a1f0ab72	8cc702081a6439ec
90befffa23631e28	a4506cebdde82bde9	bef9a3f7b2c67915	c67178fe2e372532b
ca273ceee26619c	d186b8c721c0c207	eada7dd6cde0eb1e	f57d4f7feebed178
06f067aa72176fba	0a637dc5a2c898a6	113f9804bef90dae	1b710b35131c471b
28db77f523047d84	32caab7b40c72493	3c9ebe0a15c9bebc	431d67c49c100d4c
4cc5d4bec34e2db6	597f299cfe657e2a	5fcb6fab3ad6faec	6c44198c4a475817.

Natijada chiqqan 8 ta 64 bitlik ma'lumotlar
 konkretatsiya amali yordamida birlashtirilib, hosil
 bo'lgan 512 bit ni M ma'lumotning xesh qiymati deb
 e'lon qilinadi. Ya'ni:

$$H^{(N)} = H_1^{(N)} \parallel H_2^{(N)} \parallel H_3^{(N)} \parallel H_4^{(N)} \parallel H_5^{(N)} \parallel H_6^{(N)} \parallel H_7^{(N)} \parallel H_8^{(N)}$$

SHA-384 xesh-funksiya algoritmi SHA-512

algoritmidan faqat boshlang'ich vektori $H^{(0)} =$
 $\{cbbb9d5dc1059ed8, 629a292a367cd507,$
 $9159015a3070dd17, 152fec8d8f70e5939,$
 $67332667ffc00b31, eb44a8768581511,$
 $db0c2e0d64f98fa7, 47b5481dbefa4fa4\}$ bilan farq
 qiladi. Bu algoritmda kiruvchi ma'lumotning uzunligi
 2^{128} bitdan kichik bo'lib, xesh qiymat uzunligi 384 bit
 bo'ladi. Qolgan barcha hisoblashlar SHA-512
 algoritmi bilan bir hil bo'ladi. Natijada chiquvchi xesh
 qiymat sifatida

$$H^{(N)} = H_1^{(N)} \parallel H_2^{(N)} \parallel H_3^{(N)} \parallel H_4^{(N)} \parallel H_5^{(N)} \parallel H_6^{(N)} \parallel H_7^{(N)} \parallel H_8^{(N)}$$

ning chap tomonidan 384 biti, ya'ni

$$H^{(N)} = H_1^{(N)} \parallel H_2^{(N)} \parallel H_3^{(N)} \parallel H_4^{(N)} \parallel H_5^{(N)} \parallel H_6^{(N)}$$

olinadi.

1-jadval. SHA oilasiga mansub algoritmlarning
 umumiy parametrlari[2].

Xesh funksiya algoritmi nomi	Xeshlan adigan matn uzunligi	Kirish blok uzunligi	Xesh qiymat uzunligi	Har bir blokning xeshlash qadamlar soni
SHA-1	$<2^{64}$	512	160	80
SHA-224	$<2^{64}$	512	224	64
SHA-256	$<2^{64}$	512	256	64
SHA-384	$<2^{128}$	1024	384	80
SHA-512	$<2^{128}$	1024	512	80

SHA-3 algoritmini qabul qilish bo'yicha o'tkazilayotgan tanlov

Bugungi kunda dunyoning bir qator rivojlangan
 mamlatlari hukumatining bank va boshqa tizimlarida
 elektron hujjatlardan foydalanish, ularni qabul qilish,
 uzatish va qayta ishlashda tezligi hamda
 ishonchliligiga nisbatan yangi talablar yuzaga
 kelmoqda. Buning asosiy sababi axborot hajmi
 kundan-kunga keskin ortib borishi ta'kidlanadi. Lekin
 vazifa faqatgina axborotni uzatish emas, balki uzatish
 bilan bir qatorda uning xavfsizligini ham ta'minlashdan
 iborat. Ushbu masalani hal etish uchun bevosita
 elektron raqamli imzo algoritmlaridan foydalaniladi.
 So'ngi yillarda himoyalangan elektron raqamli imzo
 algoritmlari standart tizimlaridan foydalanish ustida
 olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, Amerika
 Qo'shma Shtatlarida eng ko'p tarqalgan FIPS PUB
 180-1 algoritniga kolliziyaning topilganligi va FIPS
 PUB 180-2 standartlariga kiruvchi algoritmlarning
 ham umumiy strukturasi SHA-1 algoritmgina
 asoslanganligi, ular uchun ham kolliziya topilish
 ehtimolligini keltirib chiqaradi. Bu omillar esa o'z
 navbatida yangi kriptobardoshligi yuqori bo'lgan
 algoritmlar ustida tadqiqot olib borishni talab etadi.

2007-yil iyun oyida aynan mana shu g'oya
 asosida SHA-3 deb nomlangan yangi xesh funksiya
 algoritmini qabul qilish bo'yicha tanlov e'lon
 qilindi[9]. Tanlovda qatnashuvchi ishtirokchilarning
 arizalari 2008 yilning dekabr oyigacha qabul qilinib,
 unda jami 64 ta arizalardan 51 tasi tanlovga qatnashish



imkoniyatiga ega bo'ldi. Tanlov uch bosqichdan iborat bo'lib, 2012-yilning dekabr oyida tugatish rejalashtirilgan.

Amerikaning Milliy Standartlar va Texnologiyalar Instituti(NIST) tomonidan tanlovga qo'yilgan asosiy talab SHA-2 oilasiga mansub xesh-algoritmarga nisbatan ma'lumotni xeshlash samaradorligi yuqori va barcha kriptotahlil usullariga nisbatan bardoshli bo'lgan yangi xesh-funksiya algoritmlar sinfini yaratishdan iborat.

SHA-3 tanlovining g'olib algoritmi 224, 256, 384 va 512 bit chiqish bloklariga mo'ljallangan bo'lishi kerak.

Tanlovda xesh-funksiya algoritmlariga qo'yilgan umumiy talablar:

- katta o'lchamdagi axborotni xeshlash imkonining mavjudligi;
- algoritmning ishlash tezligining yuqoriligi(>10 CPB(cycles per byte-bir bayt axborotni qayta ishlash uchun zarur bo'lgan sikllar soni) Intel Core2);
- bir qancha zamonaviy platformalarda realizatsiya qilishning osonligi;

Bundan tashqari algoritmda turli blok o'lchamidagi hisoblashni amalga oshirishda funksiya qadamlar ketma-ketligining deyarli bir xil(farqi juda kam) bo'lishi kerak. Bu talab bir rejimdan boshqasiga tez o'tib hisoblash imkonini yaratib beradi.

Tanlovning birinchi bosqichi 2009-yilning dekabr oyida yakunlandi. Natijada 51 ta xesh funksiya algoritmi tanlovga kelib tushgan. Ular bardoshligi, foydalanish platformasi (8,16, 32, 64) va tezligi tahlili haqida qisqa ma'lumot [8,12,14] adabiyotlarda keltirilgan.

Mazkur tanlovning o'tkazilishida tanlov rahbariyati algoritmlarning ikkinchi bosqichga o'tishi uchun uning turli xil kriptotahlil usullariga nisbatan bardoshli yoki bardoshsiz ekanligiga ham katta e'tibor qaratishgan. Shundan kelib chiqib ikkinchi bosqichga ishtirokchilardan 14 tasi (BLAKE, Blue Midnight WISH, CubeHash, ECHO, Fugue, Grost l, Hamsi, JH, Keccak, Luffa, Shabal, SHAvite-3, SIMD, Skein) loyiq deb topildi. Ushbu xesh algortimlarning qurilish tamoyillari bo'yicha qisqacha ma'lumot keltirilgan[9].

2010-yilda ikkinchi bosqich yakunlanib 14 ta algoritmdan quyidagi 5 tasi tanlov finaliga qatnashish imkoniyatini qo'lga kiritdi:

1. BLAKE (Jean-Philippe Aumasson);
2. Grostl (Lars Ramkilde Knudsen);
3. JH (Hongjun Wu);
4. Keccak (Joan Daemen);
5. Skein (Bryus Shnayer).

2012-yilning noyabr oyida yuqoridagi beshta algotimdan "Keccak" xesh funksiya algoritmi tanlov g'olibi deb e'lon qilinib, SHA-3 xesh funksiya algoritm standarti sifatida qabul qilindi.

Kriptotahlil natijalari. SHA-1 (SHA – Secure Hash Algorithm) – xesh-funksiya AQSH Milliy xavfsizlik agentligi tomonidan Standartlar va texnologiyalar milliy instituti (NIST) bilan hamkorlikda ishlab chiqilgan va 1995-yilda FIPS PUB 180-1 standarti orqali e'lon qilingan. 2005-yil yanvarda V.Rijmen va E.Oswald tomonidan kam raundli (53 ta) SHA-1 xesh-funksiya algoritmi uchun kolliziya topish qiyinchiligi maksimum 280 ta hisoblash amalini talab etuvchi hujum mavjudligi e'lon qilindi. 2005-yil fevral oyiga kelib esa, X.Wang, L.Yin va H.Yu tomonidan to'liq raundli (80 ta) SHA-1 xesh-funksiya algoritmi uchun kolliziya topish qiyinchiligi maksimum 269 ta hisoblash amalini talab etuvchi differensial kriptotahlil usuliga asoslangan hujum taklif etildi. 2005-yil avgust oyida bo'lib o'tgan CRYPTO-2005 konferensiyasida yuqoridagi mualliflar tomonidan ushbu hujum yanada mukammallashtirib (263 ta amal talab etuvchi) taqdim etiladi. ASIACRYPT-2006 konferensiyasida K.Kanyer va K.Rexberg tomonidan 64 raundli SHA-1 xesh-funksiya algoritmiga ikkita blok uchun kolliziya topish qiyinchiligi o'rtacha 235 ta hisoblash amalini talab etuvchi hujum taklif etildi.

SHA-2 (SHA-256, SHA-384, SHA-512) – xesh-funksiyasi FIPS PUB 180-2 standarti orqali 2002-yilda e'lon qilingan. 2007-yilda xind mutaxassislari S.Kumar va P.Sarkar tomonidan SHA-2 xesh-funksiya algoritmining dastlabki hujum natijalari e'lon qilindi. Ushbu hujumning to'liq bayoni keltirilmagan va u orqali kolliziya topish ehtimolligi 2-5, 2-9 bo'lib, 22 raundli SHA-256 va SHA-512 xesh-funksiyalarga



qaratilgan. 2008-yilga kelib Y.Sasaki, L.Wang va K.Aoki tomonidan 41 raundli SHA-256 va 46 raundli SHA-512 xesh-funksiya algoritmlariga mos ravishda 2249 va 2497 ta amal talab etuvchi namunaviy matn topishga (Preimage Attacks) asoslangan yangi hujum taklif etildi. Shuningdek, M.Lamberger va F.Mendel tomonidan ham 46 raundli SHA-512 xesh-funksiya algoritmi uchun 246 ta hisoblash amalini talab etuvchi differensial kriptotahlil usuliga asoslangan sohta-kolliziya topish (pseudo-collision attack) hujumi taklif etildi.

Shu tariqa SHA-1 va SHA-2 xesh-funksiya algoritmlarining nazariy bardoshligi keskin tushgan. Mazkur algoritmlarga qo'llanilgan ko'plab hujum usullari to'liq ochilmaganligiga va ularning nazariy ahamiyat kasb etishiga qaramay, 2007-yil noyabr oyiga kelib NIST yangi SHA-3 (FIPS PUB 180-3) standart xesh-funksiya avlodini tanlash va qabul qilishga qaratilgan loyiha (tanlov) boshlanganini e'lon qiladi. Shuningdek, 2010-yildan so'ng SHA-1 algoritmi ERI va kolliziyaga bardoshliligi talab etilgan boshqa turli ilovalar tarkibida foydalanish mumkin emasligi ham ma'lum qilinadi. Mazkur tanlov 2007-2012-yillar davomida uch bosqichda olib borildi. Tanlovda qatnashuvchi ishtirokchilarning arizalari 2008-yilning dekabr oyiga qadar qabul qilinib, taqdim etilgan 64 ta arizadan 51 tasi tanlovda qatnashish imkoniyatiga ega bo'lgan. 2009-yil iyulda yakunlangan birinchi bosqich natijalariga ko'ra, quyidagi 14 ta nomzod algoritmlar tanlab olindi: BLAKE, Blue Midnight Wish, CubeHash, ECHO, Fugue, Grøstl, Hamsi, JH, Keccak, Luffa, Shabal, SHAvite-3, SIMD, Skein. 2010-yil 9-dekabrda yakunlangan ikkinchi bosqich natijalariga ko'ra esa, quyidagi 5 ta nomzod algoritmlar final bosqichi uchun tanlab olindi: Blake, Grostl, JH, Keccak va Skein. 2012-yil yakuniga qadar davom etgan final bosqichi natijasida GUBKA (Sponge) iterativ-prinsipiga asoslangan Keccak xesh-funksiya algoritmi tanlov g'olibi sifatida e'lon qilindi. Keccak algoritmi g'olib bo'lishiga qaramay, final bosqichining barcha ishtirokchi xesh-funksiyalari yetarlicha kriptobardoshlikka ega va turli talablarni qanoatlantirishi bo'yicha bir-biridan kam bo'lmagan algoritmlar ekanligi aniqlangan. Keccak algoritmi esa,

qolgan nomzodlar orasida asosan apparat realizatsiyasi eng yaxshi bo'lgan algoritmlar hisoblanadi.

SHA-3 – xesh-funksiyasi Italiya va Belgiya mutaxassislari Guido Bertoni, Joan Daemen, Gilles Van Assche, Michaël Peeters tomonidan ishlab chiqilgan Keccak algoritmiga asoslangan. Mazkur xesh-funksiya "SHA-3 tanlovi" doirasida turli mutaxassislar tomonidan chuqur tahlil qilingan, biroq samarador bo'lgan hujum turi taklif etilmagan. Jumladan, 8 raundli algoritmlar uchun 2511,5 ta amalni talab etuvchi ikkinchi namunaviy matn topish (second preimage attack) hujum turi, ishda 8 raundli algoritmlar uchun 2491,47 ta amalni talab etuvchi farqlash hujum turi (distinguishing attack), to'liq raundli (24 ta) algoritmlar uchun 21579 ta amalni talab etuvchi farqlash hujum turi taklif etilgan. Kam raundli Keccak algoritmlarining turli versiyalariga qarshi kolliziya aniqlash uchun ichki differensial kriptotahlilga (internal differential attack) asoslangan hujum taklif etilgan. Ushbu hujum uch raundli Keccak-384 va Keccak-512, to'rt raundli Keccak-384 va besh raundli Keccak-256 algoritmlari uchun ishlab chiqilib, to'rt raund uchun hujumni amalga oshirish qiyinchiligi tug'ilgan kunlar paradoksi hujumi qiyinchiligidan 245 martaga kam bo'lgan. 3, 4, 6, 7 va 8 raundli Keccak-512 algoritmlariga qarshi namunaviy matn topishga qaratilgan va mos ravishda 2505,2, 2505,3, 2506, 2507 va 2511,5 ta hisoblash amalini talab etuvchi hujum taklif etilgan. Shuningdek, 3 va 4 raundli Keccak-512 algoritmlariga qarshi 2506 ta hisoblash amalini talab etuvchi hujum, 2 raundli Keccak-512 algoritmlariga qarshi differensial kriptotahlil usuliga asoslangan va 2503,7 ta hisoblash amalini talab etuvchi namunaviy matn topish va 4 raundli Keccak-512 algoritmlariga qisman namunaviy matn topish hujum turlari taklif etilgan.

O'tkazilgan tahlillar natijalari shuni ko'rsatadiki, to'liq raundli SHA-3 algoritmlariga nisbatan taklif etilgan hujumning 21600 (maksimal nazariy bardoshlilik qiyinchiligi) ta hisoblash amalidan kam bo'lishiga qaramay, uni ma'lum bir vaqt davomida amalga oshirish imkoni umuman mavjud emas.

Xulosa. Mazkur maqolada SHA (Secure Hash Algorithm) oilasi, Amerika Qo'shma Shtatlari Milliy



Standartlar va Texnologiyalar Instituti (NIST) tomonidan ishlab chiqilgan va keng qo'llaniladigan bir qator kriptografik hash funksiyalari to'plamlari haqida, shuningdek ushbu oilaga mansub xesh funksiya algoritmlari va ularning qadamlari ketma-ketligi, shuningdek, SHA-3 algoritmi uchun o'tkazilgan tanlov haqida ma'lumotlar, shuningdek, SHA-1, SHA-2, SHA-3 algoritmlariga nisbatan o'tkazilgan kriptotahlil natijalari keltirilgan. Har bir algoritmning maqsadi, ixtiyoriy uzunlikdagi ma'lumotlarni qisqa, fiksirlangan uzunlikdagi xesh qiymatiga aylantirish kabi asosiy natijalari tahlil qilingan.

Keyingi tadqiqotlarda kriptotahlil usullarining xesh funksiyalarga nisbatan qo'llanilishi bo'yicha tahlillar natijalarini keltirish ko'zda tutilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Raxmatullayevich R. I. OQIMLI SHIFRLASH ALGORITMLARI TAHLILI //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2023. – Т. 1. – №. 6. – С. 889-893.
2. Rahmatullayev I. R. Oqimli shifrlash algoritmlari va ularni vujudga kelish sabablari //International Journal of Theoretical and Applied Issues of Digital Technologies. – 2022. – Т. 2. – №. 2. – С. 119-128.
3. Rahmatullayev I. R. Algebraik kriptotahlil usuli va uning oqimli shifrlash algoritmlariga qo'llanish asoslari: Algebraic Cryptanalysis Method and Basics of its Application to Stream Encryption Algorithm //International Journal of Theoretical and Applied Issues of Digital Technologies. – 2023. – Т. 4. – №. 2. – С. 96-102.
4. Xudoyqulov Z. T., Rahmatullayev I. R., Boyqo'ziyev I. M. Bardoshli statik S-bokslarni generatsiyalash algoritmi //INTERNATIONAL JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED ISSUES OF DIGITAL TECHNOLOGIES. – 2023. – Т. 5. – №. 3. – С. 57-66.
5. Khudoykulov Z. T., Rakhmatullaev I. R., Umurzakov O. S. H. NSA algoritmining akslantirishlari tanlanishining xavfsizlik talablarini bajarilishidagi o'rni //INTERNATIONAL JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED ISSUES OF DIGITAL TECHNOLOGIES. – 2023. – Т. 6. – №. 4. – С. 97-101.
6. Rakhmatullaev I. Self-synchronizing (asynchronous) Stream Encryption Algorithms //Scientific Collection «InterConf». – 2023. – №. 164. – С. 249-254.
7. Rahmatullayev I. OQIMLI SHIFRLASH ALGORITMLARI BARDOSHLILIGINI DIFFERENSIAL VA ALGEBRAIK KRIPTOTAHLLIL USULLARI YORDAMIDA BAHOLASH //DIGITAL TRANSFORMATION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE. – 2024. – Т. 2. – №. 1. – С. 64-70.
8. Boyquziyev I., Saydullayev E., Rahmatullayev I. ELLIPTIK EGRI CHIZIQLARNING KRIPTOGRAFIYADA QO 'LLANILISHI //DIGITAL TRANSFORMATION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE. – 2024. – Т. 2. – №. 1. – С. 71-76.
9. Rakhmatullaev I. Evaluation of new NSA stream encryption algorithm by integrated cryptanalysis method //Scientific Collection «InterConf». – 2023. – №. 164. – С. 242-248.
10. Raxmatullayevich R. I. STREAM ENCRYPTION ALGORITHMS AND THE BASIS OF THEIR CREATION //CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES. – 2022. – Т. 3. – №. 12. – С. 165-173.



BULUTLI TEXNOLOGIYALARDA KIBERXAVFSIZLIK TAMINLASHDA CASB YECHIMLARI

Zulunov Ravshanbek Mamatovich,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali f.-m.f.n, dotsent,

Samatova Zarnigor Nematovna,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali 1-bosqich magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada bulutli texnologiyalarda kiberxavfsizlik sohasidagi zamonaviy muammolar, axborot xavfsizligini ta'minlashda CASB sinfi yechimlari, bulutli xizmatlardan foydalanish auditori, ma'lumotlar xavfsizligi, tahdiddan himoya qilish, korporativ standartlarga muvofiqligi usullari ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: kiberxavfsizlik, CASB yechimlari, bulutli hisoblash, axborot xavfsizligi.

Kirish. Bugungi kunda odam bir tugmani bosish orqali istalgan shakldagi ma'lumotlarni yuborishi va qabul qilishi mumkin: elektron pochta, audio yoki video, lekin u o'z ma'lumotlarining identifikatori hech qanday ma'lumot sizib chiqmasdan boshqa shaxsga qanchalik xavfsiz uzatilishi yoki xavfsiz tarzda uzatilishi haqida hech o'ylab ko'rganmi? Javob kiberxavfsizlikda. Bugungi kunda Internet kundalik hayotda eng tez rivojlanayotgan infratuzilma hisoblanadi. Hozirgi texnik sharoitda ko'plab yangi texnologiyalar inson qiyofasini o'zgartirmoqda. Ammo bu yangi texnologiyalar tufayli biz shaxsiy ma'lumotlarimizni yetarli darajada himoya qila olmaymiz va shu sababli bugungi kunda kiberjinoyatlar har kuni ortib bormoqda. Bugungi kunda jami tijorat tranzaksiyalarining 60 foizdan ortig'i onlayn tarzda amalga oshiriladi, shuning uchun bu soha shaffof va yaxshiroq tranzaksiyalar uchun yuqori sifatli xavfsizlikni talab qiladi. Shunday qilib, kiberxavfsizlik eng so'nggi muammoga aylandi. Kiberxavfsizlik doirasi faqat IT-sanoatdagi axborot xavfsizligi bilan cheklanib qolmaydi, balki kibermakon kabi boshqa sohalarga ham taalluqlidir.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Hatto bulutli hisoblash, mobil hisoblash, elektron tijorat, internet-banking va boshqalar kabi eng yangi texnologiyalar ham yuqori darajadagi xavfsizlikni talab qiladi. Ushbu

texnologiyalar inson haqidagi nozik ma'lumotlarni o'z ichiga olganligi sababli, ularning xavfsizligi majburiydir. Kiberxavfsizlikni yaxshilash va muhim axborot infratuzilmalarini himoya qilish har bir mamlakat xavfsizligi va iqtisodiy farovonligi uchun muhim ahamiyatga ega. Internet xavfsizligini yaxshilash (va Internet foydalanuvchilarini himoya qilish) yangi xizmatlarni rivojlantirish hamda davlat siyosatining ajralmas qismiga aylandi [1]. Kiberjinoyatlarga qarshi kurash kompleks va xavfsizroq yondashuvni talab qiladi. Texnologik chora-tadbirlarning o'zi jinoyatchilikning oldini ololmasligini hisobga olsak, huquqni muhofaza qiluvchi idoralar kiberjinoyatlarni samarali tekshirish va ta'qib qilish imkoniyatiga ega bo'lishi juda muhim. Bugungi kunda ko'plab mamlakatlar va hukumatlar ba'zi muhim ma'lumotlarning yo'qolishining oldini olish uchun kiberxavfsizlik bo'yicha qat'iy qonunlarni joriy qilmoqdalar. Har bir inson ushbu kiberxavfsizlik bo'yicha o'qitilishi va o'zini bu o'sib borayotgan kiberjinoyatlardan qutqarishi kerak.

Raqamli transformatsiya davriga qadam qo'yganimiz sari biznes tub o'zgarishlarni boshdan kechirmoqda. Oldingi modellar va biznes jarayonlari samarasiz bo'lib qoladi, eski aloqa usullari ishlamaydi. Har bir xodim ishda, shu jumladan tashkilotdan tashqarida faol foydalaniladigan tobora ko'proq



shaxsiy gadjetlarga ega. Ishlatilgan qurilmalar turi va geolokatsiyasidan qat'i nazar, xodimlarning samarali mehnatini ta'minlash uchun Office 365, Google Apps, Salesforce, Github, Microsoft Azure, Amazon Web Services va boshqalar kabi bulutli ilovalar qo'llaniladi. Ushbu o'zgarishlar tufayli tarmoq perimetrda "loyqalanish" yoki "parchalanish" sodir bo'ladi.

Raqamli transformatsiya va ma'lumotlarni bulutli xizmatlarga ko'chirish:

Gartner va Forrester Wave yetakchi tahliliy agentliklari ma'lumotlariga ko'ra, bulutli xizmatlar 2018-yilda korporativ IT-byudjetlarining 45% dan ortig'ini tashkil qiladi. 2020-yilga kelib SaaS dasturiy ta'minoti xarajatlari 75 milliard dollarga oshadi. Endi ortga qaytish yo'q. Savol shundaki, tashkilotlar yangi raqamli dunyoda o'z ma'lumotlarini qanday himoya qilishlari mumkin.

Nega uzoqqa borish kerak? Masalan, bir nechta oddiy savollarga javob bera olasizmi? Ishonchim komilki, agar siz ilgari o'zingizga bunday savollarni bermagan bo'lsangiz, ularga berilgan javoblar qiziqarli fikrlarni uyg'otadi.

- Kompaniyangiz xodimlari qanday bulutli ilovalardan foydalanadilar?
- Bunday ilovalardan foydalanish qanday nazorat qilinadi?
- Ushbu ilovalardan foydalanish xavfi baholanadimi?

Bunday savollarga javob xavfsizlik vositalarining yangi sinfining paydo bo'lishiga olib keldi, ularsiz yaqin kelajakda zamonaviy kompaniyalarning ishlashini tasavvur qilish qiyin bo'lishi mumkin.

Kiberxavfsizlikka yangi yondashuvlar. Cloud Access Security Broker (CASB) yechimlari:

An'anaviy axborot xavfsizligi vositalari, masalan, maxfiy ma'lumotlar sizib chiqishini himoya qilish (DLP), yangi avlod xavfsizlik devorlari (NGFW, UTM), tajovuzdan himoya qilish vositalari (IPS) va boshqalar dastlab korxonalar tarmog'ining perimetrini himoya qilish uchun yaratilgan va ularda mutlaqo himoyasizdir. Xodimlar dunyoning istalgan nuqtasida joylashgan mobil telefonlar va noutbuklardan bulutli xizmatlar orqali hujjatlarni almashtirganda, "loyqa"

perimetr shartlari. Ushbu ehtiyojni qondirish uchun CASB (Cloud Access Security Broker yoki bulutli xavfsiz kirish brokeri) deb nomlanuvchi maxsus texnologiya mavjud.

Shadow IT (shadow IT) - IT bo'limi tomonidan boshqarilmaydigan IT yechimlari. Deyarli barcha bulutli ilovalarni Shadow IT deb tasniflash mumkin, chunki... kompaniya xodimlari IT mutaxassislari ishtirokisiz turli xizmatlardan foydalanadilar. Shadow IT bilan bog'liq manbalar zararli bo'lishi shart emas. Bo'limlar ko'pincha bulut xizmatlaridan qonuniy maqsadlarda, jumladan, jamoa samaradorligini oshirish uchun foydalanadilar. Kompaniya bo'ylab foydalaniladigan bulutli ilovalarning ko'rinishini olish tashkilot foydalanuvchilari va ma'lumotlarini himoya qilishning kalitidir.

Aksariyat kompaniyalar o'z xodimlarining o'ngga yaqin bulutli ilovalardan foydalanishiga ishonishadi, lekin aslida ularning soni o'rtacha yuzdan oshadi. Eng mashhur kompaniyalar, masalan, Amazon, Microsoft, Google, Adobe, Salesforce VMware va boshqalar xavfsizlik masalasiga jiddiy yondashadi. Ammo biznes nuqtai nazaridan juda qulay bo'lgan boshqa xizmatlar ham mavjud, ammo ularning xavfsizlik darajasi zarar ko'radi. Ko'pgina yosh kompaniyalar tez o'sadi yoki sekin o'ladi tamoyiliga muvofiq rivojlanadi; ularning asosiy vazifasi foydalanuvchilarga qulay, funktsional xizmatni taqdim etishdan iborat bo'lib, ular barcha kuchlarini yangi funksiyalarni qo'shish yoki foydalanuvchi interfeysini optimallashtirishga bag'ishlaydilar. Shu bilan birga, o'z mahsulotlarining tegishli darajada xavfsizligini ta'minlash uchun vaqt qolmaydi. Eng keng tarqalgan xavflarga quyidagilar kiradi:

- Ishlab chiqaruvchi tomonidan foydalanuvchi ma'lumotlari va hisob ma'lumotlarini xavfsiz saqlash;
- Yomon hisob, rol va kirish boshqaruvi;
- Xizmatlarning nomuvofiqligi, DDoS hujumlariga nisbatan zaiflik;
- Bulutli xizmat ko'rsatuvchi provayder infratuzilmasidagi zaifliklar, zamonaviy axborot xavfsizligi vositalarining yo'qligi;



- Ilovani ishlab chiqishda zaif texnologiyalardan foydalanish.

CASBning asosiy funktsiyalaridan biri kompaniyada foydalaniladigan barcha bulut xizmatlarini aniqlash, ularning har biridan foydalanish xavfini baholash va eng zaif bo'lganlarini blokirovka qilish to'g'risida qaror qabul qilishda yordam berishdir. Lekin bu CASB sinfi yechimlari qodir bo'lgan hamma narsa emas. Boshqa asosiy xususiyatlar haqida keyingi bo'limda gaplashamiz.

CASB sinfi yechimlarining funktsionalligini to'rtta asosiy blokga bo'lish mumkin:

- Bulutli xizmatlardan foydalanish auditi;
- Ma'lumotlar xavfsizligi;
- Tahdiddan himoya qilish;
- Regulyatorlar va korporativ standartlarga muvofiqligi.

Bulutli xizmatlardan foydalanish auditi:

Biznes uchun strategik muhim vazifa bulutli xizmatlar bilan o'zaro hamkorlikning shaffofligidir. Proksi-serverlar, xavfsizlik devorlari va DNS jurnallari kabi an'anaviy tarmoq xavfsizligi vositalari faqat ba'zi asosiy ma'lumotlarni taqdim etishi mumkin. Biroq, faqat maxsus CASB yechimi zamonaviy davrda qo'llaniladigan 10 000 dan ortiq ilovalarning to'liq ko'rinishi va batafsil tahlilini ta'minlaydi.

Nega bulutli ilovalardan foydalanishning shaffofligi va tahlili zarur?

- Shadow IT Detection. IT mutaxassislariga ular foydalanadigan bulut ilovalari va ulardan foydalanadigan foydalanuvchilar haqida tushuncha beradi.
- Potentsial xavfli bulutli ilovalarni aniqlash. Xavfsizlik xodimlari uchun zaif va soxta bulutli ilovalarni aniqlash va ularni kompaniya xodimlari foydalanishi uchun nomaqbul ilovalar ro'yxatiga qo'shish mumkin bo'ladi.
- Bulutli xizmatlarga kirishni taqiqlash va ruxsat berish. Rasmga ega bo'lgach, IT foydali bulut xizmatlariga ruxsat berish va xavfli ilovalarni rad etish uchun kirish siyosatini qo'llashi mumkin.
- Normativ muvofiqlik. Xavfsizlik xodimlari foydalanilayotgan bulut xizmatlarini kuzatishi

va ulardan foydalanish me'yoriy talablarga muvofiqligini ta'minlashi mumkin.

CASB klassi yechimlari bulutli xizmatlarda ma'lumotlar himoyasini ta'minlaydigan funktsionallikka ega. Muayyan qurilmalardan ma'lumot xizmatlarga kirish huquqlarini boshqarish, shuningdek, muhim ma'lumotlarga kirish huquqlarini cheklash vositalari mavjud. Ko'pgina etuk CASB yechimlarida shubhali harakatni erta aniqlashga yordam beradigan o'rnatilgan foydalanuvchi xatti-harakatlari tahlili (UEBA) mavjud.

Bundan tashqari, CASB maxfiy ma'lumotlarni saqlash va uzatishni aniqlash va tahlil qilish imkonini beruvchi ma'lumotlarni turkumlashtirish funktsiyasiga ega, bu asosan bulutda ma'lumotlar yo'qolishining oldini olish (DLP) yechimidir. Qochqinlarni himoya qilishning ilg'or funktsiyalarini olish uchun uchinchi tomon DLP tizimlarini CASB bilan birlashtirish mumkin.

Nihoyat, CASB bulutga yuborilgan maxfiy ma'lumotlarni anonimlashtirish va shifrlash imkonini beradi. To'liq yoki tanlab shifrlashni qo'llash va turli xil algoritmlardan foydalanish mumkin.

Korxonada darajasidagi bulut ilovalari yaxshi himoyalangan. Va tajovuzkorlar tomonidan ishlatiladigan asosiy hujum vektori foydalanuvchi hisob ma'lumotlarini buzish va shu tariqa ma'lumotlarga kirish huquqiga ega bo'lishdir. Bundan tashqari, tajovuzkorlar zararli dasturlarni tarqatish va tashkilot infratuzilmasiga maqsadli hujumlar uyushtirish imkoniyatiga ega.

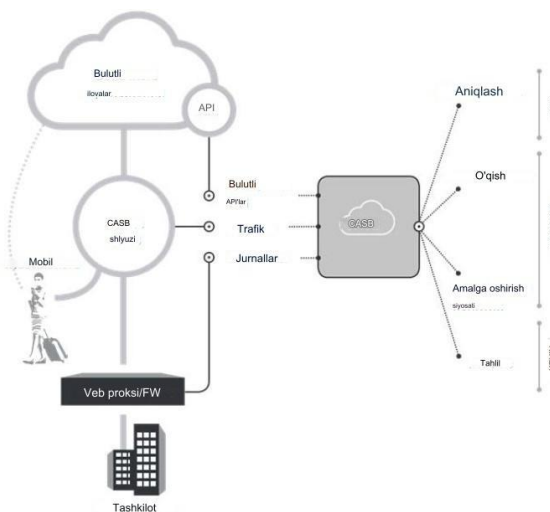
Tahdidlardan himoya qilish uchun CASB o'zining arsenalida xulq-atvor tahlili, virusga qarshi skanerlash, xatti-harakatlar namunalarini o'rnatish uchun mashinani o'rganishdan foydalanish va bulutli xizmat ko'rsatuvchi provayderlarning real vaqtda tahdidlar ma'lumotlaridan foydalanish kabi turli xil oldini olish usullariga ega.

Tashkilotning bulutga qisman o'tishi bilan ham, shaxsiy va korporativ ma'lumotlar xavfsizligini ta'minlaydigan ichki va tashqi standartlarga rioya qilish muhim bo'lib qolmoqda. Kompaniyada qo'llaniladigan barcha bulutli ilovalarning ko'rinishi va nazorati tufayli bulut xavfsizligining joriy holatini baholash,



shuningdek, uni zarur standartlarga muvofiqlashtirish uchun kirish siyosatidan foydalanish mumkin bo'ladi.

Natijalar. CASB arxitekturasi va ishlash tamoyili: CASB yechimlari ko'pincha bulutda joylashtiriladi va API va/yoki proksi-serverlar orqali foydalanuvchilar va ilovalarning o'zaro ta'sirini nazorat qiladi. Mahalliy va gibridd rejimlardan ham foydalanish mumkin.



Rasm 1. CASB yechimi arxitekturasi.

CASB joylashtirish arxitekturasini tanlash ma'lum bir tashkilotning infratuzilmasi va ehtiyojlariga bog'liq. Qaysi variant yaxshiroq ekanligiga aniq javob yo'q. Shu bilan birga, yetakchi tahlil agentliklari gibridd yondashuvni funktsionallik nuqtai nazaridan eng to'liq deb ta'kidlaydilar.

Deyarli har bir yirik sotuvchi o'z portfelida ushbu sinfning yechimiga ega. Rahbarlar orasida yetakchi tahlil agentliklari McAfee (Skyhigh Networks), Netskope va Symantec kompaniyalarini ajratib ko'rsatishadi. Bundan tashqari, Cisco, Forcepoint, Microsoft, Oracle, Palo Alto'dan CASB mavjud.

Muayyan tashkilot uchun eng mos bo'lgan echimni tanlashda quyidagi masalalarni ko'rib chiqish tavsiya etiladi:

Bulutli ilovalarni kashf qilish:

- Ilovaning xavfsizlik reytingini hisoblash uchun qancha xavf atributlaridan foydalaniladi? Xavfli atributlarga og'irliklarni qo'lda belgilash mumkinmi?

- Yechim xavflarni baholashning avtomatlashtirilgan hisobotlarini taqdim etadimi?

- Veb-proksi-server yoki xavfsizlik devori bilan integratsiya orqali kiruvchi bulutli ilovalarni bloklash mumkinmi?

Kerakli siyosatlarning mavjudligi:

- Taqiqlangan va ruxsat etilgan ilovalar uchun xavfsizlik siyosatini sozlash mumkinmi?

- Yechim tashkilot perimetri tashqarisida joylashgan mobil qurilmalar va noutbuklardan bulut xizmatlaridan xavfsiz foydalanishni qo'llab-quvvatlaydimi?

- Foydalanuvchi nomi, guruh, qurilma, joylashuv, brauzer yoki foydalanuvchi agenti kabi kontekst va kontentga asoslangan foydalanuvchi harakatlariga batafsil siyosatlarni qo'llash mumkinmi?

- Bir nechta bulutli ilovalarda izchil siyosatlarni amalga oshirish mumkinmi?

Joylashtirish:

- Yechim xavfsizlik investitsiyalaridan qayta foydalanishni maksimal darajada oshirish uchun mavjud veb-proksi yechimlari bilan mos keladimi?

- Tizim uchun rolga asoslangan kirish modeli bormi?

Ma'lumotlarni boshqarish:

- Tizimda ma'lumotlarni yo'qotishdan himoya qilish (DLP) funksiyasi bormi?

- Uchinchi tomon DLP yechimlari bilan integratsiya qilish mumkinmi?

- Muntazam ifodalar va kontekstual tahlil kabi ma'lumotlarni tasniflash usullari qo'llab-quvvatlanadimi?

- Yechim tranzit, foydalanish va bulutda saqlangan vaqtda tokenizatsiya va ma'lumotlarni shifrlash qobiliyatini qo'llab-quvvatlaydimi?

Tahdidni aniqlash:

- Yechimda shubhali faoliyatni aniqlash uchun foydalanuvchi xatti-harakatlarini tahlil qilish (UEBA) funksiyasi bormi?



- Yechim bir qarashda zararli faoliyatni tushunishga yordam beradigan ilg'or vizualizatsiyani ta'minlaydimi?
- Yechim o'rnatilgan zararli dasturlarni aniqlash funksiyasiga egami?
- Yechim uchinchi tomon hujumlaridan maqsadli himoya (ATP) yechimlari bilan integratsiyani qo'llab-quvvatlaydimi? Foydalanish qulayligi va interfeysi:
- O'rnatish va boshqarish uchun yechim qanchalik murakkab;
- Foydalanuvchi interfeysi qanchalik intuitiv;
- Yakuniy foydalanuvchilar uchun kechikishlar yoki noqulayliklar bormi;
- Agar CASB yechimi muvaffaqiyatsiz bo'lsa, foydalanuvchilar bulutli ilovalarga kira oladimi;
- Masshtablilik: Yechim qancha foydalanuvchi va tranzaksiyalarni qo'llab-quvvatlaydi.

Xulosa. Kompyuter xavfsizligi keng ko'lamli mavzu bo'lib, dunyo tobora o'zaro bog'lanib borayotgani va muhim tranzaksiyalarni amalga oshirish uchun tarmoqlardan foydalanilgani sababli tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Axborot xavfsizligi kabi kiberjinoiyatlar ham yil sayin turli yo'llarni bosib o'tishda davom etmoqda. Rivojlanayotgan va buzg'unchi texnologiyalar, shuningdek, har kuni kashf etilayotgan yangi kiber vositalar va tahdidlar tashkilotlarni nafaqat o'z infratuzilmasini himoya qilishda, balki buning uchun yangi platformalar va razvedka talab qilishda ham qiyinchilik tug'dirmoqda. Kiberjinoiyat uchun mukammal yechim yo'q, lekin biz kibermakonda xavfsiz va xavfsiz kelajakka ega bo'lish uchun uni minimallashtirishga harakat qilishimiz kerak.

CASB sinfi yechimlari bulutli ilovalardagi ma'lumotlarni himoya qilishga qaratilgan. Ular Shadow IT-ni aniqlash, kirish, trafik va ma'lumotlar harakatlarini nazorat qilish, ruxsat etilgan va taqiqlangan bulut xizmatlaridan foydalanish bo'yicha aniq tahlillarni taqdim etish imkoniyatiga ega. CASB yechimlari ma'lumotlar sizib chiqishiga qarshi kurashish imkonini beradi, foydalanuvchi xatti-harakatlarini tahlil qilish vositalariga ega va uzatilgan

ma'lumotlarni anonimlashtirish va shifrlash imkoniyatiga ega. Zararli dasturlardan va ruxsatsiz kirishdan himoya qilish funksiyasi ham mavjud.

CASB yechimlari uchun jahon bozori hali to'liq shakllanmagan, biroq unda o'z mahsulotlarida eng to'liq funkcionallikni ta'minlaydigan aniq yetakchilar allaqachon mavjud. Hozircha ushbu sinfning mahalliy echimlari yo'q, ammo 2019 yilda bo'lajak relizlar haqida allaqachon ma'lumotlar mavjud. Kundalik hayotimizda turli xil bulutli xizmatlarning rivojlanishi va ulardan foydalanishning keskin o'sishini sezmaslik qiyin va ishonch bilan aytilish mumkin. Rossiya bozorida CASBga qiziqish juda yuqori bo'ladi.

Adabiyotlar:

1. Eric Andrews, Gerry Grealish, Rehan Jalil. Securing Cloud Applications & Services - An executive guide. Symantec Corp. 2017.
2. Cybercrime [Электронный ресурс] // URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Cybercrime>.
3. VV Byts', RM Zulunov. Specification of matrix algebra problems by reduction. Journal of Mathematical Sciences. T. 71, 2719–2726 (1994).
4. https://www.anti-malware.ru/analytics/Market_Analysis/cloud-access-security-broker
5. <https://www.gartner.com/it-glossary/cloud-access-security-brokers-casbs/>
6. <https://www.esecurityplanet.com/products/top-casb-vendors.html>
7. https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_access_security_broker
8. R. Zulunov. Pythonda neyron tarmoqni qurish va bashorat qilish. Al-Farg'oniylar avlodlari, 2023, 1/4, s. 22-26.
9. Р.Зулунов, А. Каюмов. Искусственный интеллект - от мифологии до машинного обучения. Proceedings of International Educators Conference. Том 1, 2, с. 25-30.
10. Р.Зулунов, А.Абдукодиров. Этические и правовые аспекты внедрения искусственного интеллекта. Research and implementation, 2023, 1/6, с. 14-20.



11. Р.Зулунов, Б.Солиев. Использование Python для искусственного интеллекта и машинного обучения. Al-Farg'oniy avlodlari, 2023, 1/3, с. 18-24.
12. R.Zulunov. Sun'iy intellektni axloqiy va huquqiy muammolari. Journal of technical research and development. 2023, 1/1, с. 120-124.
13. Р.Зулунов, Д.Ирматова. Использование технологий искусственного интеллекта. Журнал интегрированного образования и исследований. 2022, 1/6, с. 53-56.
14. Р. Зулунов, А.Горовик. Методика преподавания визуального программирования для детей. Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Брянск: БрГИТУ, т.1, с. 193-197.
15. Р. Зулунов, А.Горовик. Внедрение технологий искусственного интеллекта, нравственные и правовые нормы. Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions", 2023.



ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ИХ РОЛЬ В ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Эргашев Отабек Мирзапулатович,
доцент кафедры информационных технологий,
Ферганского филиала Ташкентского
университета информационных технологий,
E-mail: ergashev1984otabek@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается применение программных комплексов для оптимизации работы насосных станций и контроля их режимов работы. Описываются программные модули, обеспечивающие расчет и оценку фактических режимов, определение требуемых параметров агрегатов, моделирование работы каналов и автоматическое регулирование уровня воды. Использование данных программных комплексов позволяет улучшить эффективность работы оборудования, снизить энергозатраты и повысить общую производительность.

Ключевые слова: программные комплексы, насосные станции, оптимизация работы, управление режимами, расчет и оценка, требуемые параметры, моделирование, автоматическое регулирование

Введение. В современном обществе технологии стали неотъемлемой частью нашей жизни. Прогресс и инновации развиваются с каждым днем, и это отражается на всех сферах человеческой деятельности. В частности, особое значение приобретают технологии, связанные с оптимизацией работы различных объектов и предприятий. Одним из таких решений является использование программных комплексов в управлении и контроле работы насосных станций. Программные комплексы позволяют автоматизировать процессы, контролировать и оптимизировать работу насосных агрегатов и систем. В этой статье мы рассмотрим особенности и преимущества использования программных комплексов для управления насосами и оптимизации их работы [1].

Программные комплексы играют важную роль в оптимизации работы насосных станций, их использование существенно улучшает эффективность и управляемость системы [2].

Одним из ключевых аспектов является автоматизация процессов. Программные комплексы позволяют настроить автоматический контроль параметров работы насосных станций,

что позволяет системе быстро реагировать на изменения нагрузки и поддерживать оптимальные условия работы. Например, при изменении потребления воды программный комплекс может автоматически регулировать скорость насосов и давление в системе, минимизируя энергопотребление без ущерба для производительности [3].

Другим важным аспектом является управление энергопотреблением. Программные комплексы позволяют отслеживать и анализировать потребление энергии насосами [4], оптимизируя их работу в соответствии с текущими потребностями системы. Это позволяет снизить затраты на электроэнергию и уменьшить негативное влияние на окружающую среду.

Кроме того, программные комплексы обеспечивают контроль за работой оборудования, позволяя оперативно выявлять потенциальные проблемы или неисправности [5]. Это способствует уменьшению вероятности возникновения аварийных ситуаций и обеспечивает более стабильную и безопасную работу насосных станций.



Развитие программных комплексов также способствует внедрению технологий и методов управления, направленных на оптимизацию расхода ресурсов и сокращение операционных затрат. Благодаря анализу данных и прогнозированию нагрузки программные комплексы позволяют рационально использовать ресурсы и средства [6], что приводит к экономии средств и повышению экологической устойчивости системы насосных станций.

Таким образом, развитие программных комплексов играет важную роль в повышении эффективности и надежности работы насосных станций [7], а также способствует экономии ресурсов и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Методология. Программное обеспечение, разработанное для насосных станций, включает в себя ряд модулей, предназначенных для решения различных задач. К ним относятся:

1. Расчет и оценка фактических режимов работы. Этот модуль позволяет контролировать и анализировать текущие режимы работы насосных агрегатов, чтобы определить их эффективность и возможные проблемы.
2. Определение требуемых режимов агрегатов насосных станций - модуль, который позволяет рассчитать оптимальные параметры работы агрегатов, исходя из заданных условий и требований.
3. Расчет управляющих воздействий - модуль, предназначенный для определения оптимального количества и углов разворота лопастей насосов, которые обеспечивают наиболее эффективную работу всей станции.
4. Моделирование работы участков каналов - программное обеспечение позволяет моделировать режимы работы каналов и определять оптимальные параметры их работы, учитывая различные факторы, такие как уровень воды, пропускная способность и т.д.

5. Системы автоматического регулирования уровня воды - модуль, позволяющий контролировать и регулировать уровень воды в каналах, обеспечивая их оптимальное функционирование.

Все эти программные модули работают вместе, обеспечивая эффективное управление и контроль работы насосных станций в целом. Они позволяют оптимизировать работу оборудования [8], снизить затраты на электроэнергию и повысить общую производительность станций. Важно отметить, что использование таких программных комплексов не только повышает эффективность работы насосных станций [9], но и делает этот процесс более прозрачным и понятным для операторов.

Методика решения задачи. Программные модули "Расчет и оценка фактических режимов", "Определение оптимальных режимов работы агрегатов НС" и "Расчет управляющих воздействий (количество, номер и углы поворота лопастей и т.д.)" предназначены для оптимизации работы насосных станций.

База данных и программное обеспечение для каналов позволяют моделировать и анализировать работу различных участков канала, контролировать уровень воды в них и собирать информацию о физических и технических характеристиках каждого участка. В базе данных для каналов содержатся все необходимые сведения для расчета и анализа работы каналов, включая таблицы с фактическими параметрами участков, данными о притоках и водозаборах [10].

Программные модули "Расчёт коэффициентов разностных уравнений для главных переменных", "Расчёт коэффициентов для разностных уравнений" и "Расчёт дискретных моделей звеньев" предназначены для моделирования процессов в каналах. Они помогают определить уровни и расходы воды на каждом участке, что позволяет контролировать работу всей системы.

Программные модули "Дискретная модель законов регулирования", "Преобразование



структурных схем систем регулирования” и “Расчет параметров систем регулирования и качества переходных процессов” используются для моделирования и анализа систем автоматического регулирования в каналах. Эти модули позволяют оценить эффективность работы системы, а также определить оптимальные параметры регулирования [11, 12].

Для моделирования выбраны следующие параметры участка канала:

$$Q_o = 80 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$h_k = 4,2 \text{ м}$$

$$b_o = 12 \text{ м}$$

$$g = 9,8 \text{ м}^2/\text{с}$$

$$y = 1/5$$

$$m = 1.5$$

$$l = 17000 \text{ м}$$

$$I = 0.00004$$

Были созданы модели систем регулирования верхнего бассейна с использованием дискретного ПИД-регулятора. Дискретный ПИД-регулятор был реализован в соответствии с алгоритмом, описанным ранее.

Качество процесса регулирования оценивалось с помощью среднеквадратической ошибки регулирования.

$$I_0 = \frac{1}{T} \int_0^T \theta^2(\tau) d\tau \quad (1)$$

где T – время соответствующему переходному процессу на канале.

Для определения оптимальных параметров регулятора были выбраны значения коэффициента усиления k и времени задержки T_n . Время задержки определяет время, в течение которого регулятор ожидает поступления новых данных перед формированием управляющего сигнала [13, 14].

Обсуждения результатов. В рамках моделирования были рассчитаны значения выбранного критерия эффективности для различных комбинаций значений k и T_n . На основе этих данных были построены графики зависимости

критерия от указанных параметров, один из которых представлен на рисунке 1.

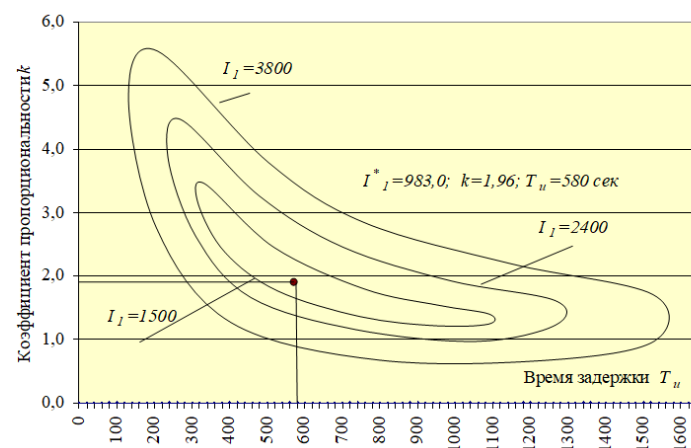
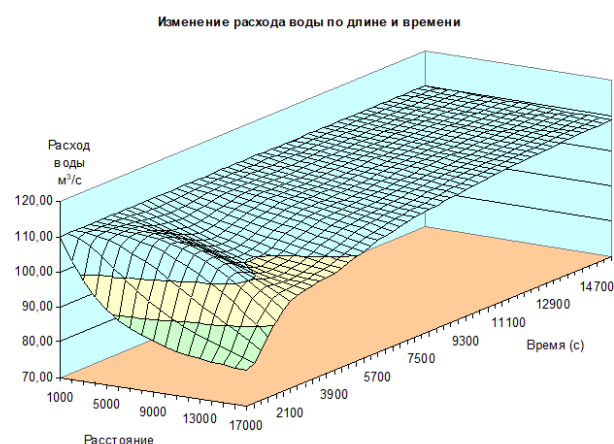


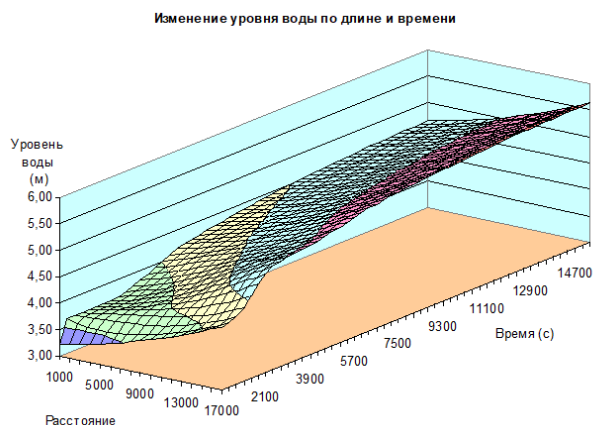
Рис. 1 - Область критерия качества переходного процесса

На рисунке 2 представлены результаты моделирования изменения расхода (а) и уровня (б) воды на участке канала без системы регулирования в зависимости от увеличения расхода воды в начале канала. Можно увидеть, что увеличение расхода в начале участка приводит к накоплению воды и увеличению уровня воды на участке. За промежуток времени $t = 7000$ секунд уровень воды увеличивается на 1.5 метра. Также можно заметить волновые колебания расхода и уровня воды.



А)

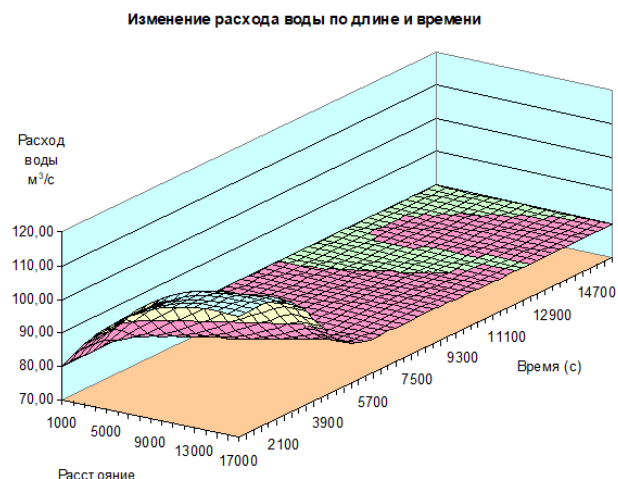




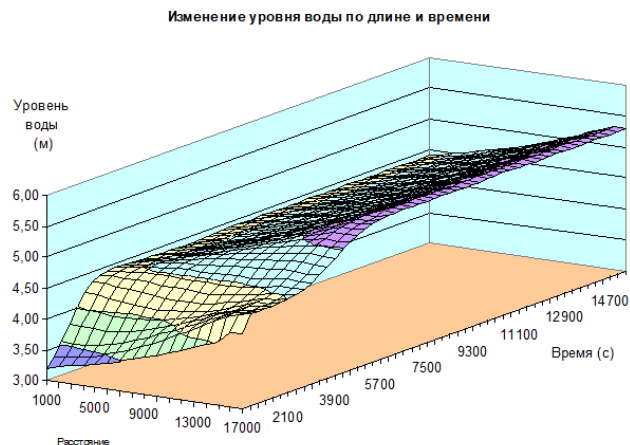
Б)

Рис. 2 - Изменение расхода и уровня воды при увеличении расхода воды в начале участка канала без системы регулирования

На рисунке 3 представлены результаты моделирования изменения уровня воды (а) и расхода (б) на участке канала с установленной системой регулирования уровня верхнего бьефа в зависимости от изменения уставки уровня воды на регуляторе на 1 метр. При этом значения k и T_n были равны $k=4$ и $T_n=400$ соответственно. Из рисунка видно, что изменение уставки уровня воды отрабатывается регулятором за промежуток времени $t=8000$ секунд.



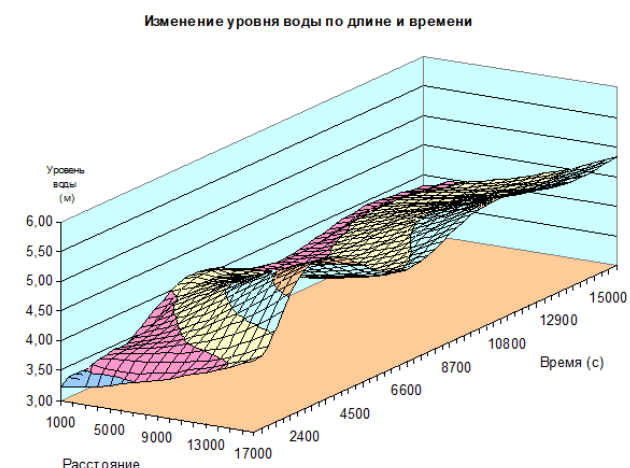
А)



Б)

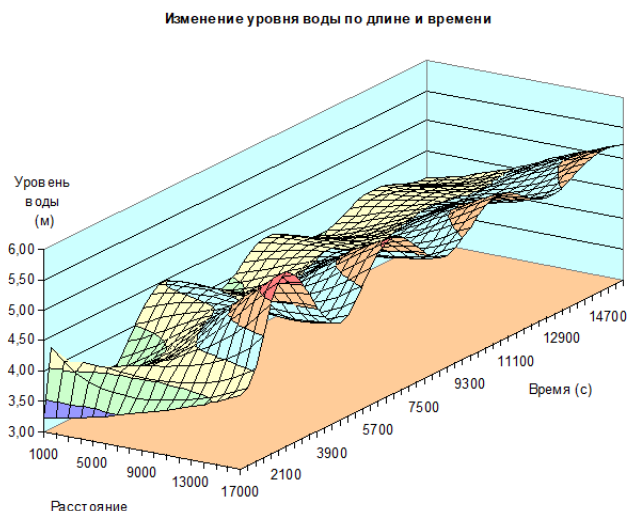
Рис. 3 - Изменение расхода и уровня воды при увеличении расхода воды в начале участка канала без системы регулирования

На рисунке 4 представлены результаты моделирования изменения уровня воды на участке канала с установленной системой регулирования уровня верхнего бьефа в зависимости от изменения уставки уровня воды на регуляторе на 1 метр для двух наборов параметров регулятора: $k=3$ и $T_n=600$, а также $k=5$ и $T_n=800$. Из рисунка видно, что изменение уставки уровня воды отрабатывается регуляторами за промежуток времени $t=12000$ и $t=17000$ секунд для каждого из наборов параметров соответственно. Переходный процесс при этом характеризуется перерегулированием для регулятора с параметрами $k=5$ и $T_n=800$, в то время как для регулятора с параметрами $k=10$ и $T_n=300$ он близок к колебательному. Амплитуда колебаний уровня воды с течением времени уменьшается, и переходный процесс продолжает изменяться.



А)

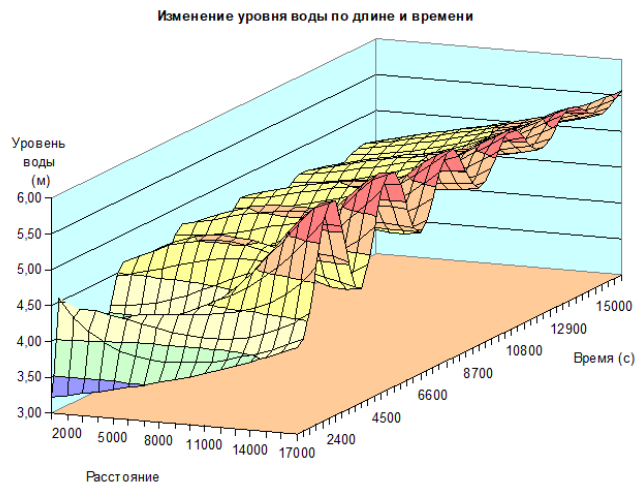




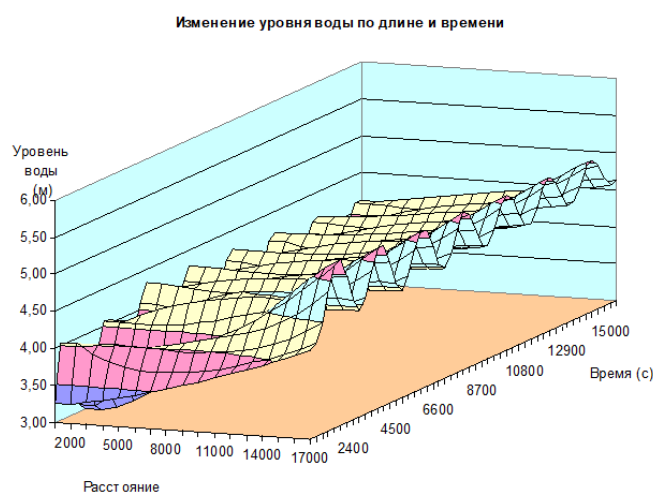
Б)

Рис. 4 -Изменение расхода и уровня воды при увеличении расхода воды в начале участка канала без системы регулирования

На рисунке 5 представлены результаты моделирования изменения уровня воды на участке канала для двух наборов параметров системы регулирования: $k=20$ и $T_{и}=300$, а также $k=30$ и $T_{и}=200$. Из рисунка видно, что увеличение уставки уровня воды отрабатывается системой регулирования за промежуток времени $t=9000$ и $t=7000$ секунд соответственно. Переходный процесс характеризуется затухающими колебаниями для регулятора с параметрами $k=20$ и $T_{и}=300$, амплитуда колебаний уровня воды уменьшается с течением времени. Для регулятора (рис. 5 б) с параметрами $k=15$ и $T_{и}=300$ переходный процесс близок к колебательному, однако амплитуда колебаний уменьшается незначительно в течение всего времени моделирования.



А)



Б)

Рис. 5 -Изменение расхода и уровня воды при увеличении расхода воды в начале участка канала без системы регулирования

На рисунке 6 представлены результаты моделирования для двух наборов параметров системы регулирования уровня воды: $k=1$ и $T_{и}=600$ и $k=1.96$ и $T_{и}=580$. Изменение уставки уровня воды отрабатывается системами регулирования за время $t=12000$ и $t=6000$ секунд, соответственно. Переходный процесс для регулятора с параметрами $k=1$ и $T_{и}=600$ характеризуется перерегулированием, в то время как для регулятора с параметрами $k=1.96$ и $T_{и}=580$ он близок к оптимальному. В течение времени моделирования $t=6000$ процесс стабилизируется и достигает установившегося состояния.



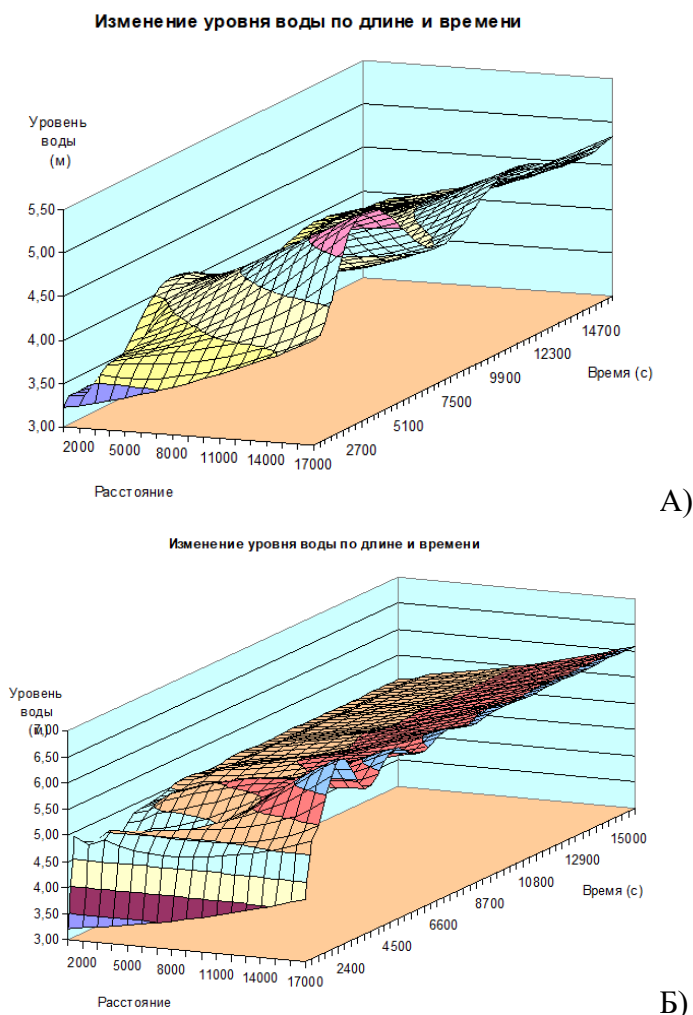


Рис. 6 - Изменение расхода и уровня воды при увеличении расхода воды в начале участка канала без системы регулирования

Заключение. В заключение можно сказать, что программные комплексы играют важную роль в оптимизации работы насосных станций. Они позволяют контролировать и анализировать режимы работы оборудования, рассчитывать оптимальные параметры работы и управлять процессами. Использование этих программных комплексов позволяет повысить эффективность работы насосов, снизить затраты на энергию и улучшить общую производительность станции. Кроме того, эти программные продукты делают процесс управления более прозрачным и понятным для операторов, что позволяет им принимать более обоснованные решения. В целом, использование программных комплексов является необходимым

условием для успешной работы насосных станций в современных условиях.

Источники информации

1. Шипулин, Ю. Г., Махмудов, М. И., Эргашев, О. М., & Худойбердиев, Э. Ф. (2020). ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СТОЧНЫХ ВОД. In *Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве* (pp. 421-423).
2. Ergashev, O. M., Turgunov, B. X., & Turgunova, N. M. (2023). Microprocessor Control System for Heat Treatment of Reinforced Concrete Products. *INTERNATIONAL JOURNAL OF INCLUSIVE AND SUSTAINABLE EDUCATION*, 2(5), 11-15.
3. Mirzapo'lotovich, E. O., & Mirzaolimovich, S. M. (2022). TA'LIMDA JARAYONIDA LMS TIZIMLAR TAXLILI. *TA'LIM VA RIVOJLANISH TAHLILI ONLAYN ILMIY JURNALI*, 118-122.
4. Кадиров, О. Х., Шипулин, Ю. Г., Махмудов, М. И., & Эргашев, О. М. (2019). СИНТЕЗ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД. *Наука. Образование. Техника*, (3), 5-11.
5. Эргашев, О. М. (2018). Обеспечение информационной безопасности радиотехнических систем. *Теория и практика современной науки*, (6 (36)), 689-691.
6. Эргашев, О. М. (2018). РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ВОЛС НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНЦЕПЦИИ КОДОВОГО ЗАШУМЛЕНИЯ. *Теория и практика современной науки*, (6 (36)), 686-688.



7. Шипулин, Ю. Г., Махмудов, М. И., Мухамедова, Ш. Р., & Эргашев, О. М. (2018). Применение оптоэлектронных методов для контроля качественных и количественных параметров сточных вод. In *Опτικο-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символической информации. Распознавание-2018* (pp. 292-294).
8. Shipulin, Y. G., Raimzhonova, O. S., Ergashev, O. M., & Usmanov, Z. K. (2021). Method for Ensuring Continuous Functioning of Multichannel Systems for Control and Recording of Water Composition in Seismic Wells.
9. Шипулин, Ю. Г., Рустамов, Э., & Эргашев, О. М. (2019). ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ ДАТЧИК НА ОСНОВЕ ПОЛОГО СВЕТОВОДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ШЕРОХОВАТОСТИ МАТЕРИАЛОВ. In *Проблемы получения, обработки и передачи измерительной информации* (pp. 253-258).
10. Ergashev, O. M., & Turgunov, B. X. (2023). INTELLIGENT OPTOELECTRONIC DEVICES FOR MONITORING AND RECORDING MOVEMENT BASED ON HOLLOW FIBERS. *CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES*, 4(5), 34-38.
11. Эргашев, О. М., & Эргашева, Ш. М. (2022). ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ КОРПОРАТИВНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ. *Journal of new century innovations*, 11(1), 144-151.
12. Эргашев, О. М., & Эргашева, Ш. М. (2022). ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ИТ-РЕШЕНИЙ В КОМПЛЕКСНЫХ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ. *Journal of new century innovations*, 11(1), 152-159.
13. Alimova, N. B., Khaitova, A. R., Khusanov, A. M., & Ergashev, E. O. (2022, June). Methods and means of control and diagnostics of technological units in the treatment of industrial wastewater based on optoelectronic and hollow light guides. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1043, No. 1, p. 012007). IOP Publishing.
14. Мазур Л.С. Методы теории автоматического управления. М: Инфра-Инженерия, 2014.



СОСТАВ И СТРУКТУРА МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЫ Si /Al(111) И Si/Cu(111)

Ёркулов Руслан Махаммади угли,
Университет экономики и педагогики,
доктор философии по физико-
математическим наукам, доцент
E-mail: ruyou1990@mail.ru

Аннотация. В данной работе приведены результаты экспериментальных исследований закономерности формирования межфазной границы при напылении Si и Ge на поверхность монокристаллов Al(111) и Cu(111). Установлены оптимальные режимы напыления и отжига для получения систем полупроводник-металл. Определены влияние имплантации ионов бария на состав, морфологию, электронную и кристаллическую структуру системы Si(Ge)/Cu(Al). Показано оптимальная температура создания наногетероструктуры Si-CuSi-Cu. На основе данных ОЭС и ХПЭ впервые установлено, что при напылении Si на поверхность Al и последующего отжига не образуется соединение между атомами Si и Al. Определены параметры энергетических зон CuSi.

Ключевые слова: гетероструктура, нанопленки, нанофазы, монокристалл, потеря энергии электронами, интенсивность, плазменные колебания, фотоэлектронны.

Введение. Использование наноразмерных материалов в создании различных гетероструктур для современных приборов электроники требует получения наиболее полной информации о концентрации примесных атомов на поверхности и их распределении по глубине. Поэтому в настоящее время широко исследуются нанопленки и нанокристаллы силицидов металлов и другие полупроводниковые соединения, полученные различными методами в условиях сверхвысокого вакуума на поверхности Si, а также многослойные системы Si-Me-Si-Me, на основе которых разрабатываются современные приборы микро- и нанoeлектроники [1-5].

В частности, нанофазы и нанослой силицидов и германидов металлов имеют перспективы в создании СВЧ-транзисторов и интегральных схем, а гетероструктуры Ge_xSi_{1-x}/Si — в создании светодиодов, фотодетекторов, лазерных источников, оптических и электронных приборов [6-13].

В настоящей работе даны результаты экспериментальных исследований закономерности формирования межфазной границы при напылении Si и Ge на поверхность монокристаллов Al(111) и

Cu(111), установления оптимальных режимов напыления и отжига для получения систем полупроводник-металл, влияние имплантации ионов и адсорбции атомов бария на состав, морфологию, электронную и кристаллическую структуру системы Si(Ge)/Cu(Al). До начала настоящей работы такие исследования не проводились.

В качестве подложки выбраны особо чистые монокристаллические образцы Al(111) и Cu(111). Перед напылением Si эти образцы обезгаживались при $T=850$ К и 900 К соответственно при вакууме 10^{-7} Па в течение 3-4 часа. Дальнейшая очистка проводилась травлением поверхность Ag^+ с энергией 1 кэВ в сочетании кратковременным отжигом до 950 (Al) и 1000 К (Cu). При этом поверхностная концентрация кислорода составляла ≥ 1 ат.%, а углерода-0,5 ат.%. Напыление Si с толщиной от 1 до 20 монослоев осуществлялось при вакууме 10^{-6} Па. Изменение состава и электронной структуры поверхности Al(111) и Cu(111) при напылении Si исследовались методами Оже-электронная спектроскопия, Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами и Ультрафиолетовая



фотоэлектронная спектроскопия при вакууме - 10^{-7} Па.

На рис. 1 приведены оже-спектры, полученный при напылении Si на поверхность Al(111) (рис 1, а) и Cu(111) (1, б). Толщина пленок θ в монослоях показано на кривых. Видно, что в случае системы Si/Al(111) адсорбция Si начиная, с $\theta_{Si}=2$ монослоя сопровождаются появлением и увеличением интенсивности оже-пика кремния $L_{23}VV$ ($E=92$ эВ) и ослаблением интенсивности оже-пика $L_{23}VV$ Al ($E=68$ эВ). С ростом толщина пленки Si положения и форма оже-пику Si и Al практически не меняются, изменяются только лишь их интенсивности. Начиная с толщины $\theta_{Si}=3-4$ монослоя, происходит резкое уменьшение интенсивности пика Al, что объясняется формированием сплошной пленки Si. Полное исчезновение оже-пика Al наблюдается при $\theta_{Si} \geq 10$ монослоев. Концентрация Si в этой пленке составляю $\sim 35-40$ ат.%. Анализ результатов ОЭС показывает, что до $\theta_{Si}=8-10$ монослоев происходит интенсивная взаимодиффузия атомов Si в Al и Al в Si. При этом химическая связь между атомами Al и Si не образуется, а образуется механическая смесь типа [Al+Si] с толщиной 14-16 монослоев ($35-40$ Å). При $\theta \geq 12-15$ монослоев интенсивность пика $SiL_{23}VV$ практически не меняется.

Иная картина наблюдалась в оже-спектрах системы Si/Cu(111) (1, б). При $\theta_{Si} = 2$ монослоев в оже-спектре появляется пик $L_{23}VV$ Si, интенсивность пика Cu MVV ($E=61$ эВ) уменьшается и немного увеличивается его ширина. Начиная с $\theta \approx 3-4$ монослоев пик Si с $E=92$ эВ расщепляется на два пика: 90 и 94 эВ [14], и вместо пика Cu с $E=61$ эВ появляются пики с энергиями 59 и 63 эВ. А также появляются ряд малоинтенсивные пики. Эти результаты показывают, что в данном случае образуются химическое соединения Cu+Si [15]. Анализ изменения интенсивностей высокоэнергетических пиков Cu ($E_{LMM}=922$ эВ) и Si ($E_{LMM}=1620$ эВ) и расчеты проведенная с использованием формулы $C_x = \alpha C_{табл}$ показали, что при $\theta \approx 12$ монослоев формируются аморфная пленка (рис.1.б) силицида меди с толщиной $\theta \approx 24-$

26 монослоев ($60-65$ Å) с примерным составом CuSi. При толщине $\theta_{Si} \geq 12-15$ монослоев формируется пленка "чистого" кремния. Прогрев системы Si/ Cu(111) с $\theta_{Si} \approx 12$ монослоев при $T=810$ К в течение 30-40 мин приводило к формированию поликристаллической пленки (рис.1.б) CuSi с хорошим стехиометрическим составом, а при $T \approx 900$ К формировалась островковая монокристаллическая пленка. В случае $\theta_{Si} \geq 15-20$ монослоев прогрев при $T=750$ К приводит к увеличению толщины пленки CuSi на 2-3 монослоев, а поверхностная пленка Si имела структуру близкую к монокристаллической. При увеличении температуры до 900 К происходит изменение морфологии поверхности пленки Si, из-за образования островков в пленке CuSi. Таким образом, оптимальная температура создания наногетероструктуры Si-CuSi-Cu является 750-800 К. В случае пленок Si с $\theta_{Si} \geq 25-30$ монослоев при температуре 900 К формировалась монокристаллическая пленка Si(111), состав структура и свойства, которой не отличается для массивных пленок (рис.1.б). Спектры ХПЭЭ Al и Cu с пленкой Si толщиной $\theta_{Si} \approx 8$ и $\theta_{Si} \approx 20$ монослоев соответственно показано на рис 1а и 1б. Спектры получены при $E_p=310$ эВ.

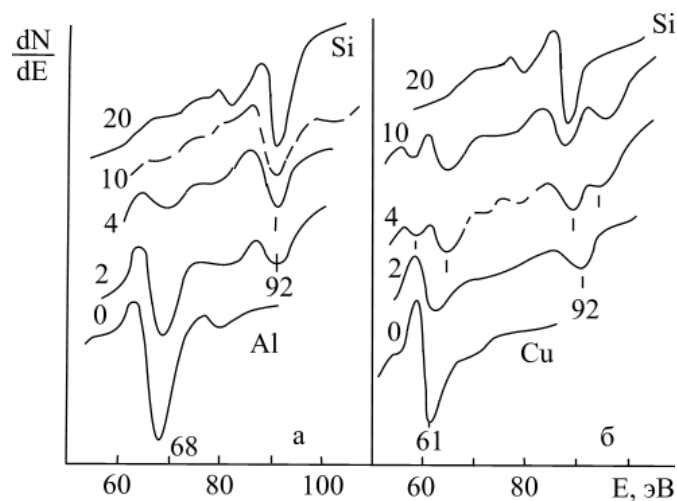


Рис. 1. Оже-спектры Si напыленные на поверхность Al(111) (рис 1, а) и Cu(111) (рис 1, б). Цифры у кривых толщины пленок Si в монослоях.



Из рис.2 видно, что в спектре чистого Al(111) обнаруживаются интенсивные пики с энергиями $\Delta E \geq 9,2; 13; 18; 23,2$ эВ обусловленные возбуждением поверхностных плазмонов $\hbar\omega_s$ и $2\hbar\omega_s$, объемного $\hbar\omega_v$ и гибридного ($\hbar\omega_s + 2\hbar\omega_s$), плазменных колебаний. При напылении Si с $\theta_{Si} \approx 2$ монослоев интенсивность пиков ХПЭЭ Al уменьшается и появляется широкий пик с $\Delta E \approx 12$ эВ. Однако, положение пиков ХПЭЭ Al практически не меняются.

При $\theta_{Si} \approx 4$ монослоя интенсивность пиков Al связанные с поверхностными плазменными колебаниями исчезают, а интенсивность пика $\hbar\omega_v$ резко уменьшается и уширяется. Уже при $\theta_{Si} \approx 10$ монослоев в спектре обнаруживаются основные пики коллективных колебаний валентных электронов Si: 10,6 ($\hbar\omega_s$); 16,7 ($\hbar\omega_v$); 21 ($2\hbar\omega_s$) и 28,3 эВ ($\hbar\omega_v + \hbar\omega_s$).

В случае системы Si/Cu(111) в спектре ХПЭЭ чистого Cu(111) обнаруживаются пики с $\Delta E = 7,2$ ($\hbar\omega_s$), 9,8 ($\hbar\omega_v$), 14 эВ ($2\hbar\omega_s$) и 17 эВ ($\hbar\omega_s + \hbar\omega_v$). Напыление Si с $\theta_{Si} \approx 2$ монослоев приводит к изменению энергетических положений и интенсивности всех пиков Cu. Уже при $\theta \approx 8$ монослоев обнаруживаются интенсивные пики с $\Delta E = 8,8$ эВ; 13,8; 18 и 21,8 эВ. Расчеты, показали, что эти пики соответствует возбуждению поверхностных, объемных и гибридных плазменных колебаний силицида CuSi.

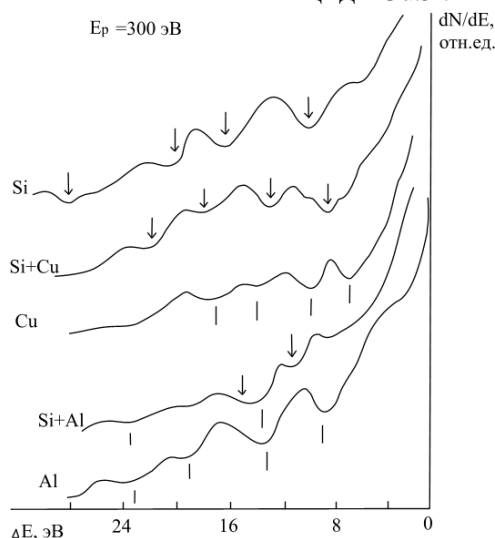


Рис. 2. Спектры ХПЭЭ: 1-Al(111); 2-Al(111) с пленкой Si с $\theta=4$ монослой; 3-Cu(111); 4-Cu(111)

с пленкой Si с $\theta=8$ монослоев; 5-Cu с пленок Si с $\theta=20$ монослой.

По спектрам фотоэлектронов можно определить основных параметров зон, в частности, фотоэлектронную Φ и термоэлектронную работы выхода ϕ (т.е. положения E_V и E_F), тип проводимости полупроводника и оценить значение квантового выхода. В случае чистого Cu(111): $\Phi = \phi = h\nu - \Delta E \approx 4,4$ эВ. Силициды CuSi имеют p-тип проводимости, что не наблюдается смещение положение начало спектра относительно E_F металла; начало спектра в случае "толстой" пленки Si смещается относительно E_F в сторону меньших E_{CB} на ~ 1 эВ, т.е. Si обладает n-типом проводимости. Ширины запрещенных зон Si и CuSi определили методом спектроскопия упруго отраженных электронов (таблице 1).

Таблица 1. Параметры энергетических зон.

Образец	E_V , эВ	E_F , эВ	E_g , эВ	γ (при $h\nu=10,8$ эВ)
Cu	4,4	4,4	0	$2 \cdot 10^{-5}$
CuSi	4,2	4,2	0,4	$8 \cdot 10^{-5}$
Si	4,8	3,8	1,1	$2 \cdot 10^{-4}$

Аналогичные закономерности наблюдались, при напылении Ge на поверхности Al(111) и Cu(111). Поэтому результаты исследования для пленок Ge не приводятся. Отметим, что при $\theta \geq 20-25$ монослоев прогрев при температуры 950 К приводит к формированию пленки Si(111) и Ge(111) с хорошим стехиометрическим составом.

Таким образом, на основе данных ОЭС и ХПЭ впервые установлено, что при напылении Si на поверхность Al и последующего отжига не образуется соединение между атомами Si и Al. В случае системы Cu- Si и Cu-Ge в зависимости от отжига образуется связи типа CuSi, CuGe. Определены параметры энергетических зон CuSi.



Список литературы

1. Landry O., Bougerol C., Renevier H., Daudin B. // Nanotechnology. – 2009. – Т. 20. – №. 41. – С. 415602.

2. Wang D., Zou Z. Q. Formation of manganese silicide nanowires on Si (111) surfaces by the reactive epitaxy method //Nanotechnology. – 2009. – Т. 20. – №. 27. – С. 275607

3. Домашевская Э.П., Терехов В.А., Турищев С.Ю., Коюда Д.А., Румянцева Н.А., Першин Ю.П., Кодратенко В.В., Appathurai N. // ФТТ. – 2013. Т. 55. - №. 3. - С. 577 – 584.

4. Алексеев А.А., Олянич Д.А., Утас Т.В., Котляр В.Г., Зотов А.В., Саранин А.А. // ЖТФ. – 2015. - Т.85. - №.10. - С.94-100.

5. В.М. Ротштейн, Р.Х. Ашуров, Т.К. Турдалиев, И.Х. Ашуров // Uzbek Journal of Physics. – 2017. - №4. - С.12.

6. Masini G., Colace L., Assanto G. Assanto G. Si based optoelectronics for communications //Materials Science and Engineering: B. – 2002. – Т. 89. – №. 1-3. – С. 2-9.

7. Pavesi L. Will silicon be the photonic material of the third millenium? //Journal of Physics: Condensed Matter. – 2003. – Т. 15. – №. 26. – С. R1169.

8. Krasil'nik Z. F., Novikov A. V. E. Optical properties of strained Si_{1-x}Gex and Si_{1-x-y}GexCy heterostructures //Physics-Uspekhi. – 2000. – Т. 43. – №. 3. – С. 295.

9. Дружинин А. А., Островский И. П., Ховерко Ю. Н., Ничкало С. И., Корецкий Р. Н. Нанокристаллы Si_{1-x}Gex в роли чувствительных элементов сенсора магнитного поля и температуры //Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2012. №. 5. – С. 19.

10. Неизвестный И. Г. МДП-ТРАНЗИСТОРЫ НА ОСНОВЕ Ge-ПУТЬ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ КМОП-ТЕХНОЛОГИИ //Автоматрия. – 2016. – Т. 52. – №. 5. – С. 5-13.

11. Bolkhovityanov Y. B., Deryabin A. S., Gutakovskii A. K., Sokolov L. V. Unzipping and

movement of Lomer-type edge dislocations in Ge/GeSi/Si (0 0 1) heterostructures //Journal of Crystal Growth. – 2018. – Т. 483. – С. 265-268.

12. Saito S., Al-Attili A. Z., Oda K., Ishikawa Y. Towards monolithic integration of germanium light sources on silicon chips //Semiconductor Science and Technology. – 2016. – Т. 31. – №. 4. – С. 043002.

13. Liu J., Kimerling L. C., Michel J. Monolithic Ge-on-Si lasers for large-scale electronic–photonic integration //Semiconductor Science and Technology. – 2012. – Т. 27. – №. 9. – С. 094006.

14. Умирзаков Б.Е. Диссертация на соиск. уч. степ. д.ф.-м.н. Электронно-спектроскопические исследования и анализ состояния поверхности многокомпонентных систем, созданных ионной имплантацией. - 1993. - С 293.

15. Исаханов З.А., Ёркулов Р.М., Туляганова Ш.А. Изучение свойства наноразмерных структур, созданных на поверхности свободной пленочной системы Si/Cu //Лазерные, плазменные исследования и технологии-ЛАПЛАЗ-2020. – 2020. – С. 204-205.



KIBERHUQUQ VA KIBERETIKA MADANIYATINING SHAKILLANTIRISHDA "KIBERXAVFSIZLIK ASOSLARI" FANINI O'QITISHNING DOLZARBLIGI

Muxtarov Farrux Muhammadovich,
TATU Farg'ona filiali dotsenti

Annotatsiya: Ushbu maqolada talabalarda kiberhuquq va kiberetika madaniyatining shakillantirishda "Kiberxavfsizlik asoslari" fanini o'qitishning dolzarbligi raqamlashtirish jarayonlarida muhim shartlaridan biri ekanligi bayon qilingan. Bunday madaniyatlarni shakllantirishda "Kiberxavfsizlik asoslari" fanining o'zlashtiriladigan mavzular ketma-ketligini to'g'ri belgilab olish, foydalaniladigan mavzu materiyallariga qo'yiladigan talablar o'rganib chiqilgan. Maqolada kiberjinoatchilik, kiberhuquq va kiberetika atamalariga ta'riflar keltirib o'tilgan.

Kalit so'zlar: raqamlashtirish, axborot tizimlari, kiberxavfsizlik, tahdid, kibermakon, metodika, kiberjinoatchilik, kiberhuquq, kiberetika, kibermakon, internet.

Kirish. Raqamlashtirish asrida barcha rivojlangan davlatlar qatori Respublikamizda ham shu sohada izchil islohatlar olib borilmoqda. Jumladan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-noyabrdagi "Raqamli O'zbekiston — 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-6079-sonli farmoni asosan "Raqamli O'zbekiston - 2030" strategiyasi ishlab chiqilgan. Strategiyaning asosiy maqsadi iqtisodiyot tarmoqlari, ijtimoiy soha va davlat boshqaruvi tizimining jadal raqamli rivojlanishini ta'minlash, shu jumladan elektron davlat xizmatlarini ko'rsatish mexanizmlarini yanada takomillashtirishdan iborat. Shuningdek strategiyada turli sohalar faoliyatini raqamli texnologiyalar asosida amalga oshirish maqsadida axborot boshqaruv tizimlarini ishlab chiqilishi nazarda tutilgan bo'lib, bunday tizimlar bosqichma-bosqich ishlab chiqilib, faoliyat ko'rsatib kelmoqda. Shu o'rinda yurtimizda raqamlashtirish jarayonlari milliy kibermakon tushunchasini ham kengaytirib bormoqda. Bularni barchasi davlatni rivojlantirish, xalqni qulay va sifatli hizmatlar bilan ta'minlash, ortiqcha ovoragarchiliklarni bartaraf etish maqsadida amalga oshirib kelinmoqda. Hozirgi kunda birgina "Yagona interaktiv davlat xizmatlari portali"da 591 ta xizmatlar faoliyati raqamlashtirilgan. Bundan tashqari har bir davlat va nodavlat tashkilotlarida ham

ishlab chiqarish, xizmat ko'rsatish faoliyatlari axborot tizimlari orqali raqamlashib bormoqda.

Ko'plab sohalarni raqamlashtirish jarayonlari o'z navbatida turli soha mutaxassislarini axborot texnologiyalari bo'yicha bilm va ko'nikmalarga ega bo'lishlarini taqazo etadi. Hech kimga sir emas yurtimizda yetuk kadrlar masalasi hamon dolzarbligicha qolmoqda. Asosiy muammo sohalarni raqamlashtirishda apparat-dasturiy vositalar orqali axborot tizimlarini ishlab chiqish emas, balki ishlab chiqilgan tizimlarni faoliyatini to'g'ri yo'lga qo'yish sanaladi. Haligacha ishlab chiqilgan axborot tizimlarida faoliyat yuritishda hodimlarning kiber huquq va kiber etika madaniyati to'g'ri shakillanmagani bois turli muammolar uchrab turibdi. Bundan muammolarni bartaraf etish uchun kadrlarni tayyorlash muassasalarining barcha ta'lim yo'nalishlarida axborot texnologiyalariga ixtisoslashgan fanlarni o'qitish yechim sifatida qaraladi. Kadrlarni tayyorlashda raqamli texnologiyalarni bilishga asoslangan ta'lim berish kiberxavfsizlikni ta'minlashga qaratilgan bilm, ko'nikmalarni ham o'ziga qamrab olish zarur. Chunki xar bir raqamlashgan soha o'zining axborot tizimiga ta'luqli qimmatli axborotlarni yig'ish, saqlash, qayta ishlashni nazarda tutadi. Bu o'z navbatida axborotlarni konfidentsiyalligi, yaxlitligi, foydalanuvchanligi kabi tamoillarni ta'minlash vazifasini muhim jarayon



hisoblanadi. Agar bu tamoillarga amal qilinmasa axborot tizimlari va undagi axborotlar har qanday tashqi va ichki tahdidlarni qurboniga aylanishi tabiiy hol sanaladi. Shu boisdan yurtimizning ko'plab oliy ta'lim muassasalarida "Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari" ta'lim sohasi ta'lim yo'nalishlari o'quv rejasiga muvofiq "Kiberxavfsizlik asoslari" fani majburiy fan sifatida o'qitiladi. Fanning asosiy maqsadi nafaqat texnik jihatdan kiberxavfsizlikni ta'minlashga balki talabalarda kiber huquq va kiber etika madaniyatining shakillantirishga qaratilgan. Talabalar fanni chuqur o'zlashtirishlari uchun yangi o'quv adabiyotlari yaratib kelinmoqda. Bunday adabiyotlarni qatoriga 2023-yilda chop etilgan "Kiberxavfsizlik asoslari" nomli darsligimni ham misol qilib keltirishimiz mumkin.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya. Ushbu maqolani yozishda bir qancha mavzuga oid normativ qonuniy hujjatlar, adabiyotlar, ilmiy maqolalar o'rganib tahlil qilingan. Ularni orasida O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Raqamli o'zbekiston — 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risidagi PF-6079-sonli Farmoni, O'zbekiston Respublikasining "Kiberxavfsizlik to'g'risidagi" O'RQ-764-sonli Qonuni, my.uz.gov davlat xizmatlari portalining ma'lumotlari, F.M.Muxtarov (maqola muallifi)ning "Kiberxavfsizlik asoslari" nomli darsligi, S.K. Ganiyev, A.A. Ganiyev, Z.T. Xudoyqulovning "Kiberxavfsizlik asoslari" nomli o'quv qo'llanmasi, D.Tojimatovning "Kiberxavfsizlik: tahdilar, muammolar, yechimlar", "Kibertahdidlarni oldini olishda kiberrazvedka amaliyoti va uning ustuvor vazifalari" nomli, F.M.Muxtarov, M.Turdimatov, M.Mo'minvalarning "Umumiy o'rta ta'limga kiberxavfsizlik fanini tizimli isloh qilishning ustuvor yo'nalishlari" nomli, F.Muxtarov (maqola muallifi)ning "Applying the science of cyber security to the educational process of higher education", "Цифровизация и цифровые технологии в образовании", "The power of cybersecurity education: defending against digital threats", "Improving the methodology of teaching the science of "Cybersecurity fundamentals" in the conditions of

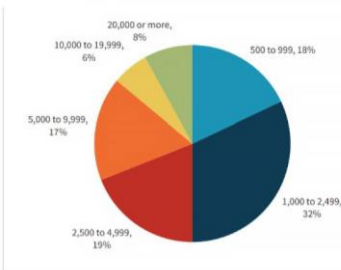
ideological threats", "Обеспечение более безопасного цифрового будущего, важность образования в области кибербезопасности", "Применение практических заданий и проектов в обучении кибербезопасности: развитие практических навыков и применение знаний" nomli maqolalari tahlil qilingan va ulardan iqtiboslar keltirilgan.

Trend Micro nomidan Enterprise Strategy Group (ESG) tadqiqot firmasi tomonidan Amerika Qo'shma Shtatlari, Kanada va G'arbiy Yevropadagi o'rta va yirik kompaniyalarning 365 nafar kiberxavfsizlik bo'yicha mutaxassislari o'rtasida o'tkazilgan so'rov natijalari juda achinarli xulosalar keltirdi: kiberxavfsizlik hali hamon dolzarbligicha qolmoqda.

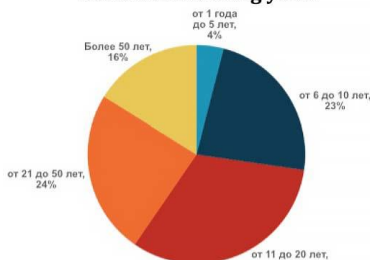
Hisobot uchun ma'lumotlarni to'plash uchun 2020-yil 28 sentyabrdan 24 oktabrgacha Shimoliy Amerika (AQSh va Kanada) va G'arbiy Evropa (Buyuk Britaniya, Frantsiya va Germaniya)dagi xususiy va davlat sektori tashkilotlarining yuqori darajali biznes, kiberxavfsizlik va IT mutaxassislari o'rtasida keng qamrovli onlayn so'rov o'tkazildi. So'rovda ishtirok etish uchun respondentlardan tashkilot faoliyati va biznes strategiyasini amalga oshirish uchun shaxsiy javobgarlik yoki ma'lumotga ega bo'lishi kerak edi. Barcha respondentlarga pul mukofotlari va/yoki naqd pul ekvivalentlari shaklida so'rovnomani to'ldirish uchun rag'batlantirish berildi. Malakasiz respondentlarni filtrlash, takroriy javoblarni olib tashlash va qolgan to'ldirilgan javoblarni tekshirishdan so'ng 365 ta yuqori lavozimli biznes rahbarlari, kiberxavfsizlik bo'yicha mutaxassislar va IT mutaxassislarining yakuniy namunasi olindi(1-rasm).



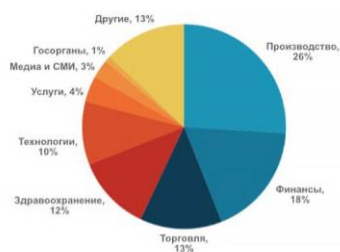
Kompaniya xodimlarining soniga nisbatan



Ishtirokchilarning yoshi



Tarmoqlar bo'yicha



1-rasm. So'rovnomaga respondentlarining soni, yoshi va tarmoqlar bo'yicha diagrammasi

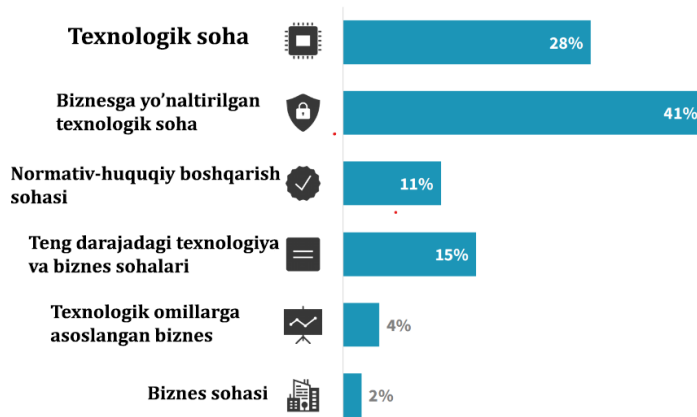
So'rovda aniqlangan asosiy muammolar

- Aksariyat tashkilotlarda kiberxavfsizlik biznes bilan bog'liq bo'lmagan texnologiya sohasi yoki foyda keltirmaydigan foydasiz qog'oz parchalari toifasidan hisoblanadi.
- Kiberxavfsizlik minimal darajada moliyalashtiriladi, chunki menejment yaxshi xavfsizlik emas, balki "asosiy" xavfsizlik bilan kifoyalanadi.
- Xavfsizlikni boshqarish modellarini tanlashda CISO bilan nomuvofiqlik.
- So'nggi ikki yil ichida kiberxavflarning sezilarli o'sishi.
- Ko'pgina kompaniyalarda xavfsizlik bilan bog'liq jarayonlarning etuklik darajasi etarli emas.

- Axborot xavfsizligi va IT o'rtasida mas'uliyat va mas'uliyatning aniq taqsimlanishi yo'q.

Quyida ushbu ma'lumotlarning ba'zilarini batafsilroq ko'rib chiqaylik.

Ko'pchilikning fikricha, "Kiberxavfsizlik - bu foyda keltirmaydigan texnologik asboblardan va qog'oz uyumlardir". Respondentlarning ko'pchiligi (69%) kiberxavfsizlik hatto biznes muammolariga nisbatan bir oz yon bosgan holda texnologik soha ekanligiga ishonishadi(2-rasm).



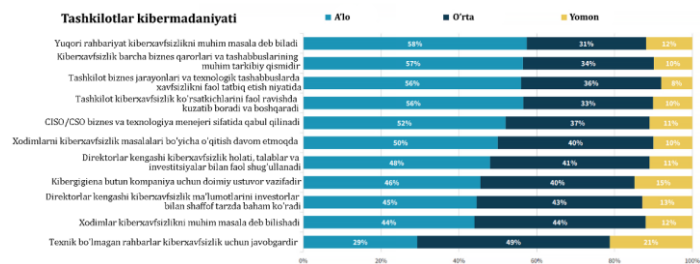
2-rasm. Ishtirokchilarning kiberxavfsizlikka nisbatan xulosalari

Respondentlarning yana 11 foizi kiberxavfsizlik bu me'yoriy hujjatlar va me'yoriy talablarga rioya qilish bilan bog'liq faoliyat, ya'ni, aslida hech kimga kerak bo'lmagan byurokratik tartib-qoidalar va qog'ozbozlik, deb hisoblaydi.

Bu natija umidsizlikka sabab bo'ladi, chunki u biznes uchun kiberxavfsizlikning ahamiyatini sanoat miqyosida yetarlicha baholanmaganligini ko'rsatadi.

Axborot xavfsizligi uchun barcha mas'ul shaxslarga tanish bo'lgan yana bir holat: rahbariyat tartibga soluvchi talablar bilan bog'liq muammolarni hal qilishni moliyalashtirishga tayyor, ularga rioya qilmaslik jarimaga olib kelishi mumkin, ammo aks holda kiberxavfsizlikning "asosiy" darajasi yetarli deb hisoblaydi(3-rasm).





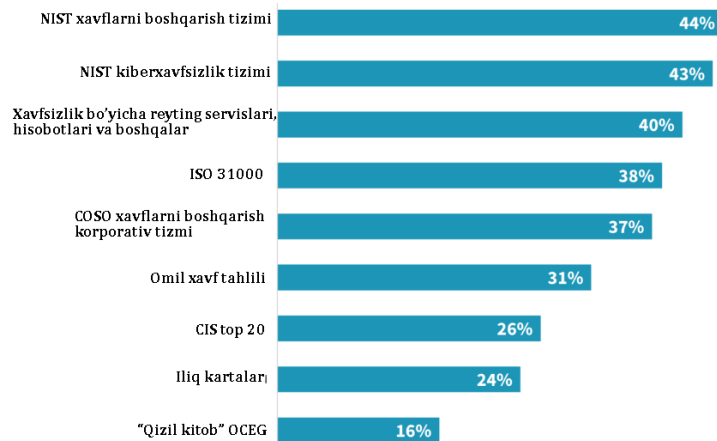
3-rasm. Tashkilotlar kiberxavfsizligi uchun javobgarlik diagrammasi

Ushbu "minimalist" munosabatni bir nechta sohalarda ko'rish mumkin:

- Tashkilotlarning 41 foizi rahbariyatning kiberxavfsizlik holatini adolatli yoki o'rtachadan yomonroq deb baholagan;
- Tashkilotlarning 43 foizi kiberxavfsizlikni biznes jarayonlari va IT tashabbuslariga integratsiya qilishga tayyorligini maqbul yoki o'rtachadan yomonroq deb baholadi;
- kompaniyalarning 54 foizida barcha xodimlar qabul qilinadigan yoki o'rtacha kibergigienadan yomonroq;
- hatto kiberxavfsizlik bo'yicha texnik bo'lmagan rahbarlar ham kompaniyalarning atigi 29 foizida vaziyatni juda yaxshi deb baholadilar, bu yanada muhimroq.

CISO lar kiberxavflarni boshqarish uchun NIST Risk Management Framework (NIST 800-53), NIST Cybersecurity Framework va turli reyting xizmatlari kabi ko'plab tizimlar va standartlardan foydalanadi.

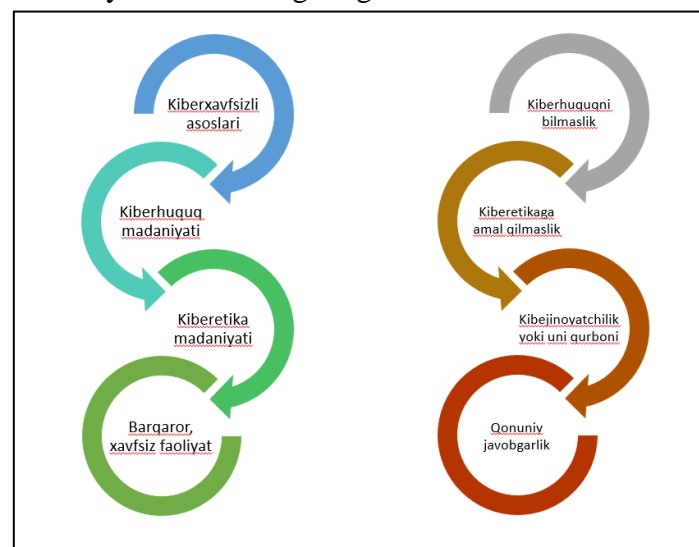
Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, ko'plab CISolar o'zlarining tashkilotlari uchun eng mos keladigan narsani tanlab, xavflarni boshqarish bo'yicha o'zlarining ko'rsatmalarini yaratish uchun o'zlarining sevimli standartlaridan foydalanadilar. Bu kompaniya voqeligiga moslashtirilgan kiberxavfsizlikni boshqarish tizimini yaratishga yordam beradi, lekin ayni paytda sizning ko'rsatkichlaringizni hamkasblaringiz yoki raqobatchilaringiz bilan solishtirishni qiyinlashtiradi: agar bitta kompaniyada oldini olingan kiberhujumlar soni asosiy ko'rsatkich sifatida tanlansa, boshqasida, masalan, qayta ishlangan SOC hodisalari sonini aytish mumkin(4-rasm).



4-rasm. Kiberxavflarni boshqarish uchun foydalaniladigan standartlar.

Muammo shundaki, axborot xavfsizligi bo'yicha menejer o'zgarganda, u orttirgan barcha tajriba u bilan birga ketadi va yangi odam deyarli noldan kiberxavfsizlikni boshqarish tizimini yaratishga kirishishi kerak.

Natijalar. Kirish qismida takidlab o'tilganidek yurtimizda raqamlashtirish jarayonlari jadal rivojlanib boryapti. Bu o'z navbatida "Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari" sohasida kadrlarga talabni oshiradi. Kadrlarga qo'yiladigan talab esa ularni axborot texnologiyalari bo'yicha sohaviy bilimlarga ega bo'lisha va ularda kiber huquq va kiber etika madaniyatini shakllanganligi sanaladi.



5-rasm. Kiberhuquq va kiberetika madaniyatining shakllanganligi bo'yicha taqqoslama hayotiy tsikllar.



Kadrlarda kiber huquq va kiber etika madaniyatini shakllanishida "Kiberxavfsizlik asoslari" fani katta ahamiyat kasb etadi. Shu sababli fanni o'qitishda o'zlashtiriladigan mavzularni ketma-ketligi, ommaviyligi, yangiligi va o'qitish metodlari muhim omil sanaladi. "Kiberxavfsizlik asoslari" fanini o'qitishda ishlab chiqilgan "Kiberxavfsizlik asoslari" nomli darsligimizda mavzularni o'zaro bog'liqligiga qarab 5 ta asosiy boblarga bo'lib chiqilgan va boblarga mavzularni asosini tashkil etadigan qilib nom berilgan. Jumladan:

I-bob. Kiberxavfsizlikning asosiy tamoyillari;

II-bob. Axborotlarni kriptografik himoyalash usullari;

III-bob. Foydalanishni nazoratlash;

IV-bob. Kompyuter tarmoqlarining asoslari;

V-bob. Tizimlarning umumiy arxitekturasi.

Darslikni o'qitish metodikasiga ko'ra har bir bobda o'tiladigan mavzular talabalarga axborotlarni himoyalash, axborotlarni xavfsiz uzatish va saqlash kabi usullarni hamda kiberxavfsizlik sohasida xalqaro va yurtimizda ishlab chiqilgan normativ hujjatlarni bilish kasbiy kompetensiyalarni shakllantirishga va bevosita ularda kiberhuquq va kiberetika madaniyatini shakllanishiga qarab ishlab chiqilgan. Shu sababdan so'ngi mavzu nomi "Kiberjinoyatchilik, kiberhuquq va kiberetika" deb nomlangan. Mavzu bo'yicha talabalar kiberjinoyatchilik va ularga qarshi kurashish hamda kiberjinoyatchilik sodir etilganda kiberhuquq doirasida qonunda nazarda tutilgan javobgarliklar, kiberetika tushunchasi kabi muhim masalalarni o'rganadilar. Mavzuni o'rganishda quyidagi tariflarni bilish juda muhim sanaladi.

Kiberjinoyatchilik — axborotni egallash, uni o'zgartirish, yo'q qilish yoki axborot tizimlari va resurslarini ishdan chiqarish maqsadida kibermakonda dasturiy ta'minot va texnik vositalardan foydalanilgan holda amalga oshiriladigan jinoyatlar yig'indisi;

Kiberetika — kompyuterlar bilan bog'liq falsafiy soha bo'lib, foydalanuvchilarning xatti-harakatlari, kompyuterlar nimaga dasturlashtirilganligi, umuman insonlarga va jamiyatga qanday ta'sir ko'rsatishini o'rganadigan, foydalanuvchining kibermakonda o'zining ahloqiy

harakatlarini namoyon qilishini belgilab beradigan harakatlar yig'indisi;

Kiberhuquq — kibermakonda axborotlardan foydalanishni qonuniylik darajalarini, intellektual mulk huquqini ta'minlashga qaratilgan, kiberjinoyatlarga qonunan javobgarlik muqarrarligini o'rgatadigan huquqiy bilimlar yig'indisi.

Bu uch omil haqida yetarlicha bilmga ega bo'lgan kadrlar o'z axborot tizimlarida ishlashda qolaversa butun internet xalqaro tarmog'idagi faoliyatlarida turli tahdidli vaziyatlarga tushib qolmaslik imunitetiga ega bo'ladilar va o'z faoliyatlarida barqarorlikni ta'minlanishiga erishadilar.

Xulosa. Xulosa qilib aytadigan bo'lsak raqamlashtirish asrida huddi ijtimoiy hayotdagi kabi inson erkin yashashi uchun umuminsoniy belgilab qo'yilgan mezonlarga amal qilishi zarur bo'lganidek kibermakonda ham erkin faoliyat yuritish va o'zini hamda axboriy mulkini xavfsiz bo'lishi uchun ularda kiberhuquq va kiberetika madaniyatlarini shakllantirish muhim omillar sanaladi. Bunday madaniyatlarni shakllantirishda ta'lim muassasalarida "Kiberxavfsizlik asoslari" kabi bazaviy va fundamental bilim olishga asoslangan fanlarni o'qitish dolzarb masala hisoblanadi. Ushbu maqolada oliy ta'lim muassasalarida "Kiberxavfsizlik asoslari" fani va unda o'rganiladigan mavzular talabalarda kiberhuquq va kiberetika madaniyatini shakllantirishga xizmat qilishi haqida ma'lumotlar berib o'tilgan. Hususan fanni o'zlashtirgan talabalar kiberjinoyatchilik, kiberhuquq va kiberetika tushunchalarini mazmun mohiyatini to'g'ri anglashi va virtual reallikda ularga amal qilishi barcha jabhalarda barqaror faoliyatini ta'minlashiga xizmat qilishi aytib o'tilgan. Shuningdek maqolada "Kiberxavfsizlik asoslari" fanini o'qitishda "Kiberxavfsizlik asoslari" nomli darsligi va qo'llanilgan o'qitish metodikasi haqida axborot berib o'tilgan.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

[1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Raqamli o'zbekiston — 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-



tadbirlari to‘g‘risidagi PF-6079-sonli Farmoni.
05.10.2020

[2]. O‘zbekiston Respublikasining
“Kiberxavfsizlik to‘g‘risidagi” O‘RQ-764-sonli
Qonuni. 15.04.2022

[3]. F.M.Muxtarov., “Kiberxavfsizlik asoslari”
Darslik. Farg‘ona 2023. 339 bet.

[4]. S.K. Ganiyev, A.A. Ganiyev, Z.T.
Xudoyqulov., “Kiberxavfsizlik asoslari” O‘quv
qo‘llanma. Toshkent 2020. 303 bet.

[5]. Tojimatov, D. X. (2022). Kiberxavfsizlik:
tahdilar, muammolar, yechimlar,“. Axborot-
kommunikatsiya texnologiyalari va
telekommunikatsiyalari sohasida zamonaviy
muammolar va yechimlar” Respublika Ilmiy-texnik
anjumani TATU Farg ‘ona filiali.

[6] Tojimatov, D. X. (2023).
KIBERTAHDIDLARNI OLDINI OLISHDA
KIBERRAZVEDKA AMALIYOTI VA UNING
USTUVOR VAZIFALARI. Al-Farg‘oniy avlodlari,
1(4), 82-85.

[7]. Muxtarov, F., Turdimatov, M., &
Mominova, M. (2023). Umumiy o‘rta ta’limga
kiberxavfsizlik fanini tizimli isloh qilishning ustuvor
yo‘nalishlari. Engineering problems and innovations.

[8]. Mukhtarov, F. (2023). APPLYING THE
SCIENCE OF CYBER SECURITY TO THE
EDUCATIONAL PROCESS OF HIGHER
EDUCATION. Евразийский журнал технологий и
инноваций, 1(9), 72-78.

[9]. Muxtarov, F. (2023). ЦИФРОВИЗАЦИЯ
И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ОБРАЗОВАНИИ. Development of pedagogical
technologies in modern sciences, 2(12), 32-39.

[10]. Mukhtarov, F. M. (2023). THE POWER
OF CYBERSECURITY EDUCATION:
DEFENDING AGAINST DIGITAL THREATS.
GOLDEN BRAIN, 1(26), 63-66.

[11]. Mukhtarov, F. (2023). IMPROVING THE
METHODOLOGY OF TEACHING THE SCIENCE
OF" CYBERSECURITY FUNDAMENTALS" IN
THE CONDITIONS OF IDEOLOGICAL THREATS.
International Bulletin of Engineering and Technology,
3(9), 38-44.

[12]. Мухтаров, Ф. (2023). Обеспечение
более безопасного цифрового будущего, важность
образования в области кибербезопасности.
Информатика и инженерные технологии, 1(1), 46-
49.

[13]. Мухтаров, Ф. (2023, November).
ПРИМЕНЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ И
ПРОЕКТОВ В ОБУЧЕНИИ
КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ: РАЗВИТИЕ
ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ И ПРИМЕНЕНИЕ
ЗНАНИЙ. In Conference on Digital Innovation:"
Modern Problems and Solutions".

[14]. Trend Micro – Cybersecurity in the C-
Suite and Boardroom -
[https://resources.trendmicro.com/WBN-ESG-
Cybersecurity-Boardroom.html](https://resources.trendmicro.com/WBN-ESG-Cybersecurity-Boardroom.html)



YUZ IFODASINI ANIQLASH MODELLARINI OPTIMALLASHTIRISH: GRADIENTNI OSHIRISH VA UNING GIPERPARAMETRLARNI SOZLASH VA MUNTAZAMLASHTIRISH (REGULARIZATSIYA)DAGI AHAMIYATI

Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali katta o'qituvchisi
asrayevmuhammaddullo@gmail.com

Kurbanov Abduraxmon Alishboyevich,
Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universitetining
Jizzax filiali tayanch doktoranti
kurbonov1212abdu@gmail.com

Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li,
Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universitetining
Jizzax filiali tayanch doktoranti
fayziyevohid@gmail.com

Annotatsiya: So'nggi yillarda yuz ifodasini aniqlash turli sohalarda, jumladan, inson va kompyuter o'zaro ta'siri, hissiyotlarni tahlil qilish va yuz biometrikasida keng qo'llanilishi tufayli katta e'tiborga sazovor bo'ldi. Yuz ifodasini aniqlashning aniq va mustahkam modellarini ishlab chiqish ishonchli natijalarga erishish uchun juda muhimdir. Ushbu maqolada yuz ifodasini aniqlash modellarini optimallashtirishning ahamiyati va modelni optimallashtirishda gradientni kuchaytirish rolini haqida so'z boradi. Bundan tashqari, optimallashtirish jarayoniga hissa qo'shadigan giperparametrlarni sozlash, tartibga solish usullari, ma'lumotlarni ko'paytirish, uzatishni o'rganish va ishlash ko'rsatkichlarini muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: gradientni kuchaytirish, neyron tarmog'i arxitekturasi, optimallashtirish algoritmlari, o'zaro tekshirish, grid qidiruvi, tasodifiy qidiruv, erta to'xtatish, L1 tartibga solish, L2 tartibga solish, o'chirishni tartibga solish, ma'lumotlarni ko'paytirish, o'tkazishni o'rganish, xususiyatlarni ajratib olish, ishlash ko'rsatkichlari

Kirish. Yuz ifodasini aniqlash modellarini optimallashtirish orqali biz yuz ifodalari yorug'lik sharoitlari, burchaklar va boshqa omillarda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan natijaviy kamchiliklarni kamaytirishda foydalanishimiz mumkin.

Bundan tashqari, optimallashtirilgan modellar his-tuyg'ularni yanada aniq tahlil qilish imkonini beradi, bu marketing, psixologiya va inson-robot o'zaro ta'siri kabi sohalarda qo'llaniladi. Yuz ifodasini aniqlashning optimallashtirilgan modeli sotuvchilarga iste'molchilarning reklamaga bo'lgan munosabatini aniqlashda yordam beradi. Xuddi shunday, psixologlar terapiya seanslarida hissiy javoblarni o'rganish uchun ifodani aniqlashdan foydalanishlari mumkin. Shu

sababli, yuz ifodasini aniqlash modellarini optimallashtirish turli sohalarda muhim ta'sir ko'rsatadi. Konvolyutsion neyron tarmoqlari (Convolution neural network – CNN) tasvirlardan fazoviy xususiyatlarni olishda ajoyib samaradorlikni ko'rsatadi. Takroriy neyron tarmoqlari (Recurrent Neural Networks – RNN) yuz ifodalari ketma-ketligidagi vaqtinchalik bog'liqliklarni modellashtirishda ustunligi aniqlandi. Convolutional Recurrent Neural Networks (CRNNs) kabi gibrid arxitekturalar CNN va RNN ning kuchli tomonlarini birlashtiradi. To'g'ri arxitekturani tanlash ma'lumotlarning tabiatiga va yuz ifodasini aniqlash vazifasining o'ziga xos talablariga bog'liqdir. Yuz



xususiyatlarini aniqlashda modellar samaradorligini oshirish uchun Gradient oshirish algoritmi juda muhim. Gradientni oshirish - bu kuchli modelni yaratish uchun qarorlar daraxtlari kabi bir nechta zaif modellarni birlashtirgan kuchli mashinani o'rganish usuli. Bu avvalgi modellar tomonidan qilingan xatolarni qo'lga kiritishga qaratilgan yangi modellarni ketma-ket qo'shish orqali ishlaydi. Ushbu takrorlanuvchi jarayon gibritmodelning umumiy xatosini kamaytiradi, natijada juda aniq va mustahkam model olinadi.

Yuz ifodasini aniqlash kontekstida gradientni kuchaytirish modelning ishlashini optimallashtirishda hal qiluvchi rol o'ynashi mumkin. Gradientni kuchaytirishdan foydalanib, biz yuz xususiyatlari va ifodalari o'rtasidagi murakkab munosabatlarni aniqlashimiz mumkin. Gradientni kuchaytirish modellari uchun bir nechta optimallashtirish algoritmlari mavjud bo'lib, ularning har biri o'zining afzalliklari va cheklovlariga ega. Ba'zi mashhur optimallashtirish algoritmlari orasida AdaBoost, XGBoost va LightGBM mavjud. Bu algoritmlar gradientni oshirishga yondashuvda farqlanadi va model ish faoliyatini yaxshilash uchun turli funksiyalarni taklif qiladi. AdaBoost – Adaptive Boosting so'zining qisqartmasi bo'lib, eng qadimgi va eng mashhur kuchaytirish algoritmlaridan biridir. U noto'g'ri tasniflangan namunalarga yuqori chegarani belgilaydi, bu esa keyingi modellarga ushbu namunalarga e'tibor qaratish va ularning aniqligini oshirish imkonini beradi. XGBoost, boshqa tomondan, tartibga solish texnikasi va parallel ishlov berish imkoniyatlarini taqdim etadi, bu esa uni keng ko'lamlilovalar uchun mashhur tanlovga aylantiradi. Nisbatan yangiroq algoritmlar bo'lgan LightGBM gistogrammaga asoslangan yondashuvni qo'llash va tezroq o'qitish tezligiga erishish orqali gradientni oshirish jarayonini optimallashtiradi. Har bir optimallashtirish algoritmining o'ziga xos afzalliklari bor va tanlov yuz ifodasini aniqlash vazifasining o'ziga xos talablariga bog'liq. Turli xil algoritmlar bilan tajriba o'tkazish ma'lum bir stsenariy uchun eng mosini aniqlashga yordam beradi. Yuz ifodasini tahlil qilishdani yana bir jihat giperparametrlarni sozlashdir. Giperparametrlar

- bu o'qitish jarayonida model tomonidan o'rganilmaydigan, lekin mashg'ulot jarayoni boshlanishidan oldin o'rnatiladigan parametrlar. Giperparametrlarni sozlash eng yaxshi model ishlashiga erishish uchun ushbu giperparametrlar uchun optimal qiymatlarni tanlashni o'z ichiga oladi. Giperparametrlarni sozlash yuz ifodasini aniqlash modellarining ishlashiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Giperparametrlarni diqqat bilan tanlab, biz modelning o'qitish ma'lumotlaridan o'rganish qobiliyatini oshirishimiz, haddan tashqari moslashishning oldini olishimiz va umumlashtirishni yaxshilashimiz mumkin. Turli xil giperparametr kombinatsiyalarini o'rganish va model uchun optimal konfiguratsiyani aniqlash uchun panjara qidirish va tasodifiy qidiruv kabi usullardan foydalanish mumkin. Modelning ishlashini baholash va optimal giperparametrlarni tanlash uchun keng qo'llaniladigan usullardan biri bu o'zaro tekshirishdir. U mavjud ma'lumotlarni bir nechta kichik to'plamlarga bo'lish, modelni ushbu kichik to'plamlar kombinatsiyasi bo'yicha o'rgatish va qolgan kichik to'plamda uning ishlashini baholashni o'z ichiga oladi. Ushbu jarayon bir necha marta, turli xil kichik to'plamlar kombinatsiyasi bilan takrorlanadi va natijalar model samaradorligini yanada ishonchli baholash uchun o'rtacha hisoblanadi. O'zaro tekshirish, ayniqsa, giperparametrlarni sozlashda foydalidir, chunki u turli xil giperparametr konfiguratsiyalarida modelning ishlashini baholashga imkon beradi. O'zaro tekshirish natijasida olingan ishlash ko'rsatkichlarini taqqoslash orqali biz eng yaxshi model ishlashiga olib keladigan giperparametrlarni aniqlashimiz mumkin. Bu tanlangan giperparametrlarning ko'rinmas ma'lumotlarga yaxshi umumlashtirilishini ta'minlaydi va modelning aniqligi va ishonchligini oshiradi.

Metodologiya. Grid qidiruvi va tasodifiy qidiruv giperparametrlarni optimallashtirish uchun ikkita keng tarqalgan yondashuvdir. Grid qidiruvi mumkin bo'lgan giperparametr qiymatlari panjarasini aniqlashni va eng yaxshi konfiguratsiyani topish uchun barcha kombinatsiyalarni to'liq qidirishni o'z ichiga oladi. Bu usul optimal giperparametrlarning belgilangan tarmoq ichida topilishini kafolatlaydi,



lekin hisoblash qimmat bo'lishi mumkin, ayniqsa ko'p sonli giperparametrlar bilan ishlashda.

Boshqa tomondan, tasodifiy qidiruv oldindan belgilangan taqsimotlardan giperparametrlarni tasodifiy tanlaydi. U samaraliroq yondashuvni taklif qiladi, chunki u har bir mumkin bo'lgan kombinatsiyani o'rganmaydi, lekin giperparametrlarning kichik to'plamiga e'tibor beradi. Tasodifiy qidiruv, ayniqsa qidiruv maydoni katta bo'lganda foydalidir va giperparametrlarning to'liq to'plamini aniqlash qiyin. Grid qidiruvi va tasodifiy qidiruv o'rtasidagi tanlov mavjud hisoblash resurslariga, yuz ifodasini aniqlash vazifasining murakkabligiga va optimallashtirishning kerakli darajasiga bog'liq. Ikkala usul ham o'zlarining afzalliklariga ega va ularni optimallashtirish jarayonining o'ziga xos talablari asosida qo'llash mumkin. Model o'qitish ma'lumotlarini juda yaxshi o'rgansa va ko'rinmaydigan ma'lumotlarni umumlashtirmasa, haddan tashqari moslashish sodir bo'ladi. Bu hodisa yuz ifodasini aniqlash modellarining yomon ishlashiga olib kelishi mumkin, chunki ular real stsenariylarda ifodalarni aniq bashorat qilishlari kerak. Haddan tashqari moslashishning oldini olish va modelni umumlashtirish qobiliyatini yaxshilash uchun erta to'xtatish usullaridan foydalanish mumkin. Erta to'xtatib turish o'qitish jarayonida validatsiya to'plami bo'yicha modelning ishlashini kuzatishni va unumdorlik yomonlasha boshlaganda o'qitish jarayonini to'xtatishni o'z ichiga oladi. Shunday qilib, biz modelning o'qitish ma'lumotlariga haddan tashqari ixtisoslashuviga yo'l qo'ymasligimiz va u ko'rinmas ma'lumotlarga yaxshi umumlashtiriladigan asosiy naqshlarni o'rganishini ta'minlashimiz mumkin. Tasdiqlashning yo'qolishi yoki aniqligini kuzatish kabi erta to'xtatish usullari modelning murakkabligi va umumlashtirish o'rtasidagi muvozanatni saqlashga yordam beradi. Yuz ifodasini aniqlash modellarini umumlashtirish qobiliyatini yaxshilash uchun tartibga solish usullari juda muhimdir. Ular haddan tashqari moslashishning oldini olishga yordam beradi va modelning ko'rinmas ma'lumotlarni umumlashtirish qobiliyatini oshiradi. L1 va L2 tartibga solish gradientni kuchaytirish

modellarida tez-tez ishlatiladigan ikkita tartibga solish usulidir. L1 tartibga solish, shuningdek, Lasso tartibga solish nomi bilan ham tanilgan, model og'irliklarining mutlaq qiymatlari asosida yo'qotish funksiyasiga jazo muddatini qo'shadi. Ushbu jazo modelni muhim xususiyatlarning kichik to'plamini tanlashga va ahamiyatsizlaridan voz kechishga undaydi, bu esa yanada oqilona modelga olib keladi. Ridge regulization deb ham ataladigan L2 tartibga solish, model og'irliklarining kvadrat qiymatlari asosida ayirish muddatini qo'shadi. Ushbu ayirish og'irliklarning kichik bo'lishini ta'minlaydi, ekstremal qiymatlarni oldini oladi va modelning individual o'qitish namunalari nisbatan sezgirligini kamaytiradi.

Neyron tarmoqlarda keng tarqalgan bo'lib qo'llaniladigan yana bir tartibga solish usuli, shu jumladan gradientni oshirish modellarini - bu tashlab ketishni tartibga solish. Dropout trening davomida model neyronlarining bir qismini tasodifiy nolga o'rnatadi va qolgan neyronlarni yanada mustahkamroq va mustaqil tasvirlarni o'rganishga majbur qiladi. Ushbu uslub aniq neyronlarga bo'lgan ishonchni kamaytirish orqali ortiqcha moslashishning oldini olishga yordam beradi va modelni umumiy xususiyatlarni o'rganishga undaydi.

O'qitish jarayoniga tartibga solish usullarini kiritish orqali biz yuz ifodasini aniqlash modellarini umumlashtirish qobiliyatini yaxshilashimiz va ularning real stsenariylarda ishlashini yaxshilashimiz mumkin.

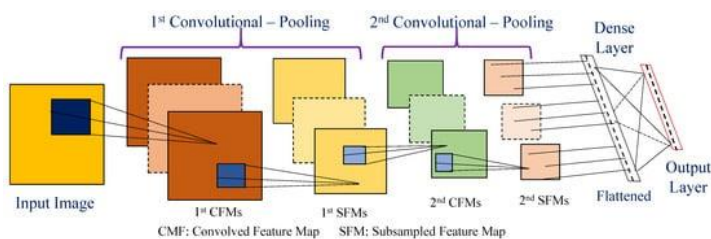
O'qitish ma'lumotlarining xilma-xilligini oshirish uchun ma'lumotlarni ko'paytirish. Ma'lumotlarni ko'paytirish - bu asl namunalarga turli xil o'zgarishlarni qo'llash orqali o'qitish ma'lumotlarining hajmini va xilma-xilligini sun'iy ravishda oshirish uchun ishlatiladigan usul. Yuz ifodasini aniqlash kontekstida yorug'lik sharoitlari, burchaklar va yuz ifodalaridagi o'zgarishlarni simulyatsiya qilish uchun ma'lumotlarni ko'paytirish usullaridan foydalanish mumkin, bu esa modelni ushbu omillarga nisbatan mustahkamroq qiladi.

Yuz ifodasini aniqlash uchun ba'zi umumiy ma'lumotlarni ko'paytirish usullari tasodifiy kesish, gorizontaal aylantirish, aylantirish va yorqinlikni



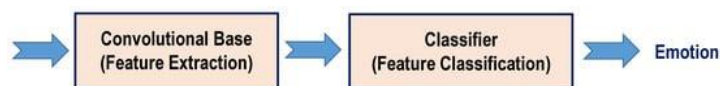
sozlashni o'z ichiga oladi. Tasodifiy kesish asl tasvirdan kichikroq hududni tasodifiy tanlashni, yuzning joylashuvi va masshtabidagi o'zgarishlarni taqlid qilishni o'z ichiga oladi. Gorizontallay aylantirish tasvirni gorizontallay tarzda aks ettiradi, yuz ifodalari teskari bo'lgan qo'shimcha o'qitish namunalari yaratadi. Aylanish va yorqinlikni sozlash mos ravishda yo'nalish va yorug'lik sharoitida o'zgarishlarni keltirib chiqaradi.

Natijalar. CNN ning o'ziga xos tuzilishi tufayli u tasvir sohasi uchun eng mos modeldir. CNN kirish qatlamidan, bir nechta konvolyutsion birlashtiruvchi yashirin qatlamlardan va chiqish qatlamidan iborat. Asosan, konvolyutsiya - bu funktsiyaning o'zgartirilgan shaklini ifodalovchi uchinchi funktsiyani ishlab chiqarish uchun ikkita funktsiya bo'yicha matematik operatsiya. Kichik o'lchamdagi (masalan, 3×3 , 5×5) CNN yadrosi konvolyutsiya operatsiyasi orqali foydali naqshlarni topish uchun tasvir bo'ylab siljiydi. Pooling - chiziqli bo'lmagan pastga namuna olishning bir shakli. Birlashtiruvchi qatlam bir qatlamdagi bir-birining ustiga tushmaydigan joylarni keyingi qatlamdagi yagona qiymatga birlashtiradi. Ikkita konvolyutsion qatlamli (1-rasm) standart CNNning umumiy arxitekturasi ko'rsatilgan. 1-konvolyutsiya qatlami kirish tasviriga konvolyutsiya operatsiyasini qo'llaydi va ketma-ket birlashma operatsiyasining kiritilishi bo'lgan 1-konvolved xususiyat xaritalarini (CMF) hosil qiladi. 1-to'plash operatsiyasi birinchi kichik namunaviy xususiyat xaritalarini (SFM) ishlab chiqaradi. 1-to'plashdan so'ng 2-konvolyutsion-birlashtiruvchi qatlam operatsiyalari bajariladi.



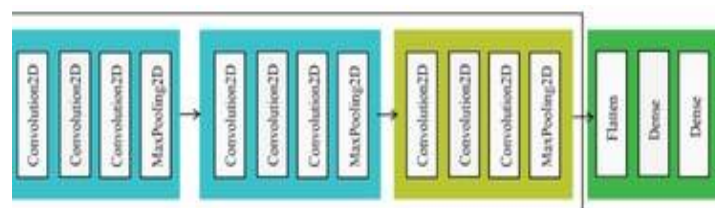
1-rasm. Ikki konvolyutsion-birlashtiruvchi qatlamli konvolyutsion neyron tarmog'ining umumiy arxitekturasi.

2-rasmda FER uchun TL-ga asoslangan DCNN modelining umumiy arxitekturasi ko'rsatilgan, bunda konvolyutsion asos o'zining klassifikatoridan tashqari oldindan o'rgatilgan DCNN ning bir qismidir va bazadagi klassifikator FER uchun yangi qo'shilgan qatlamlardir. Umuman olganda, oldindan o'rgatilgan DCNNni qayta ishlash ikki bosqichdan iborat: asl klassifikatorni yangisiga almashtirish va modelni nozik sozlash. Qo'shilgan klassifikator qismi odatda to'liq bog'langan qatlamlarning birlashtirilgan zich qatlamlaridir.



2-rasm. Tuvg'ularni tanib olish uchun transfer o'rganishga asoslangan chuqur CNN modelining umumiy arxitekturasi.

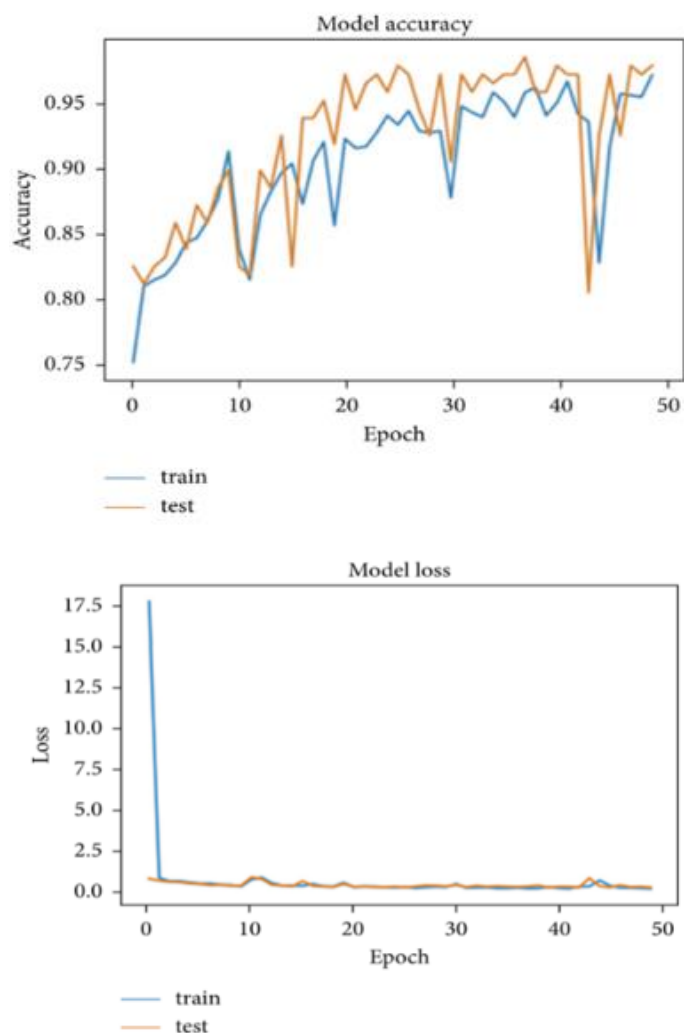
Biz taklif etgan modelning batafsil sxematik arxitekturasi keltirilgan. 3-rasmdagi yashil qism kaskadli tarzda uchta to'liq bog'langan qatlamga ega bo'lgan qo'shilgan qismdir. Birinchisi, metrikani bir o'lchovli vektorga aylantiradigan "tekislash" qatlami; uning vazifasi yagona vakillik va keyingi qatlamlarda his-tuvg'ularni aniqlash operatsiyasi uchun mos qilishdir va ma'lumotlarda hech qanday operatsiya bajarilmaydi. Qolgan ikkita qatlam bir-biri bilan chambarchas bog'langan: birinchisi, nisbatan yuqori o'lchamli vektorni oxirgi qatlamning kirish qismi bo'lgan oraliq uzunlikdagi vektorga aylantiradigan yashirin qatlam. Yakuniy qatlamning chiqishi individual hissiy holatlarning o'lchamiga ega vektordir.



3-rasm. Taklif etilgan modelning sxematik arxitekturasi.



Oldindan o'qitilgan DCNN ning bir xil quvvur liniyasidagi to'liq model va qo'shilgan zich qatlamlar zich qatlamlarni nozik sozlash imkonini beradi va hissiyot ma'lumotlari bilan oldindan o'rgatilgan modelning bir nechta qatlamlarini talab qiladi. Ushbu modeldan foydalangan holda modelning aniqliligi va yo'qotishlar 4-rasmda ko'rsatilgan.



4-rasm. Foydalanilgan model natijalari

Usul shundan iboratki, agar biz asl tasvirni aylantirsak, siljitsak, masshtab yoki aylantirsak, bu hali ham bir xil mavzu bo'lib qoladi, lekin tasvir avvalgidek emas. Jarayon treningda ma'lumotlarni yuklovchiga kiritilgan. Har safar xotiradan ma'lumotlarni yuklaganda, biroz boshqacha ma'lumotlarni yaratish uchun tasvirga kichik o'zgartirish qo'llaniladi. Modelga aynan bir xil ma'lumotlar berilmaganligi

sababli, model ortiqcha moslamalarga kamroq moyil bo'ladi. Bizda loss funksiyasi:

$$loss = - \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^T \log P(\gamma_n | n_n^t)$$

Bu yerda N ma'lumotlar to'plamidagi tasvirlar sonini, T esa tasvir ustida amalga oshiriladigan transformatsiyalar sonini bildiradi.

Ma'lumotlarni ko'paytirish usullarini qo'llash orqali biz o'qitish ma'lumotlarining xilma-xilligini oshirishimiz mumkin, modelni yuz ifodalari va o'zgarishlarining kengroq doirasiga ta'sir qilishimiz mumkin. Bu modelning ko'rinmas ma'lumotlarga umumlashtirish qobiliyatini yaxshilaydi va real stsenariylarda uning mustahkamligini oshiradi. Transfer o'rganish va xususiyatlarni ajratib olish - bu yuz ifodasini aniqlash modellarini o'qitishni yaxshilash uchun oldindan o'rgatilgan modellardan foydalanadigan usullardir. Ushbu usullar bizga ImageNet kabi keng miqyosli ma'lumotlar to'plamlarida o'qitilgan modellar tomonidan o'rganilgan bilimlardan foydalanish va ularni yuz ifodasini aniqlash vazifasiga o'tkazish imkonini beradi. Transferli o'rganish yangi modelni boshqa, ammo bog'liq vazifaga o'rgatish uchun boshlang'ich nuqta sifatida oldindan tayyorlangan modeldan foydalanishni o'z ichiga oladi. Oldindan o'qitilgan model tomonidan o'rganilgan quyi darajadagi xususiyatlar yuz ifodasini aniqlash uchun kuchli poydevor sifatida ishlatilishi mumkin. Oldindan o'qitilgan qatlamlarni muzlatish va yuqori darajadagi qatlamlarni nozik sozlash orqali biz modelni yuz ifodasini aniqlash vazifasiga moslashtira olamiz, shu bilan birga oldindan o'rgatilgan modelning umumlashtirish kuchidan foydalanamiz. Xususiyatlarni ajratib olish, aksincha, oldindan o'rgatilgan modeldan xususiyatni ajratuvchi sifatida foydalanishni o'z ichiga oladi. Oldindan o'qitilgan model yuz ifodasi tasvirlaridan tegishli xususiyatlarni olish uchun ishlatiladi, keyinchalik ular hissiyotlarni bashorat qilish uchun alohida tasniflagichga kiritiladi. Ushbu yondashuv bizga oldindan o'rgatilgan modelning yuqori darajadagi xususiyatlarni qo'lga kiritish qobiliyatidan foydalanish va tasniflash



jarayonini yuz ifodasini aniqlash vazifasiga moslashtirish imkonini beradi. O'tkazishni o'rganish ham, xususiyatlarni ajratib olish ham keng ko'lamli ma'lumotlar to'plamidan olingan bilimlardan foydalanish orqali yuz ifodasini aniqlash modellarini o'qitishni sezilarli darajada oshirishi mumkin. Ushbu usullar modelga yanada ishonchli va kamsituvchi tasvirlarni o'rganishga imkon beradi, bu esa aniqlik va umumlashtirishni yaxshilashga olib keladi. Yuz ifodasini aniqlash modellarining aniqligi va mustahkamligini baholash uchun turli ishlash ko'rsatkichlaridan foydalanish mumkin. Ushbu ko'rsatkichlar modelning ishlashi haqida tushuncha beradi va optimallashtirish jarayonini boshqaradi. Ba'zi tez-tez ishlatiladigan ishlash ko'rsatkichlariga aniqlik, aniqlik, eslab qolish, F1 ball va chalkashlik matritsasi kiradi. Chalkashlik matritsasi - bu asosiy haqiqat belgilariga nisbatan model bashoratlarining jadval ko'rinishi. U har bir sinf uchun modelning ishlashining batafsil taqsimotini taqdim etadi, jumladan, haqiqiy ijobiy, haqiqiy salbiy, noto'g'ri ijobiy va noto'g'ri salbiy. Chalkashlik matritsasi takomillashtirishning aniq sohalarini aniqlashga yordam beradi va modelning kuchli va zaif tomonlari haqida tushuncha beradi.

Ushbu ishlash ko'rsatkichlari yordamida modelni baholash orqali biz uning aniqligi va mustahkamligini baholashimiz va optimallashtirish strategiyalari va giperparametrlarni sozlash bo'yicha asosli qarorlar qabul qilishimiz mumkin.

Xulosa. Yuz ifodasini aniqlash modellarini optimallashtirish hissiyotlarni aniq tahlil qilish va yuzni aniqlash texnologiyasiga asoslangan turli ilovalarni takomillashtirish uchun juda muhimdir. Gradientni kuchaytirish rolini tushunish, turli neyron tarmoqlari arxitekturalarini o'rganish, optimallashtirish algoritmlarini qo'llash, o'zaro tekshirish usullarini qo'llash, tartibga solishni qo'llash, ma'lumotlarni ko'paytirishdan foydalanish va uzatishni o'rganishni qo'shish orqali biz ushbu modellarning ishlashi va umumlashtirish imkoniyatlarini oshirishimiz mumkin. Turli xil ishlash ko'rsatkichlari yordamida model ishlashini baholash

orqali biz yuz ifodasini aniqlash tizimlarining ishonchliliigi va mustahkamligini ta'minlashimiz mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mehendale, N. Facial emotion recognition using convolutional neural networks (FERC). *SN Appl. Sci.* 2, 446 (2020). <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2234-1>
2. Ozcan, T., Basturk, A. Static facial expression recognition using convolutional neural networks based on transfer learning and hyperparameter optimization. *Multimed Tools Appl* 79, 26587–26604 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11042-020-09268-9>
3. Zatarain Cabada, R., Rodriguez Rangel, H., Barron Estrada, M.L. et al. Hyperparameter optimization in CNN for learning-centered emotion recognition for intelligent tutoring systems. *Soft Comput* 24, 7593–7602 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04387-4>
4. Varma, S., Shinde, M., Chavan, S.S. (2020). Analysis of PCA and LDA Features for Facial Expression Recognition Using SVM and HMM Classifiers. In: Pawar, P., Ronge, B.,
5. Balasubramaniam, R., Vibhute, A., Apte, S. (eds) *Techno-Societal 2018*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16848-3_11
6. Rusia, M.K., Singh, D.K. An efficient CNN approach for facial expression recognition with some measures of overfitting. *Int. j. inf. tecnol.* 13, 2419–2430 (2021). <https://doi.org/10.1007/s41870-021-00803-x>
7. Jaiswal, Shruti, and Gora Chand Nandi. "Hyperparameters optimization for Deep Learning based emotion prediction for Human Robot Interaction." *arXiv preprint arXiv:2001.03855* (2020).
8. Bellamkonda, Satyachandra Saurabh Blekinge Institute of Technology, Faculty of Computing, Department of Computer Science. "Facial Emotion Recognition by Hyper-Parameter tuning of Convolutional Neural Network using Genetic Algorithm". Master of Science in Computer Science October 2021



9. Akhand, M.A.H.; Roy, S.; Siddique, N.; Kamal, M.A.S.; Shimamura, T. Facial Emotion Recognition Using Transfer Learning in the Deep CNN. *Electronics* 2021, 10, 1036.
<https://doi.org/10.3390/electronics10091036>
10. Albraikan, Amani Abdulrahman, et al. "Intelligent facial expression recognition and classification using optimal deep transfer learning model." *Image and Vision Computing* 128 (2022): 104583. ¹ Yang, Lei, et al. "Facial expression recognition based on transfer learning and SVM." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 2025. No. 1. IOP Publishing, 2021.
11. KURBANOV A.A. Multimodal emotion recognition: a comprehensive survey with deep learning. *Journal of Research and Innovation*, pp. 43-47. 2023
12. Kurbanov Abdurahmon Alishboyevich. A Methodological Approach to Understanding Emotional States Using Textual Data. *Journal of Universal Science Research*. 2023
13. Kurbanov Abdurahmon. AI MODELS OF AFFECTIVE COMPUTING. *International Conference of Contemporary Scientific and Technical Research*. 2023
14. Kurbanov Abdurahmon Alishboyevich. USING AFFECTIVE COMPUTING SYSTEMS IN MODERN EDUCATION. *Journal Science and innovation*. 2023
15. Kurbanov Abdurahmon Alishboyevich. Methods of evaluating a person's emotional state based on the analysis of textual data. *Journal of actual problems of modern science, education and training*, pp 32-40. 2023.



DEVELOPMENT OF PRACTICAL COMPETENCES OF STUDENTS IN NANOTECHNOLOGY AND SEMICONDUCTOR PHYSICS IN HIGHER EDUCATION

Polvonov Baxtiyor Zaylobidinovich,

Doctor of Philosophy and Physics and Mathematics (PhD), docent
Ferghana branch TUIT named after Muhammad al-Khwarizmi,
Uzbekistan. fizikapolvonov@gmail.com

Xudoyberdieva Muhayyohon Zoirjon qizi,

Doctoral student of Ferghana State University, Uzbekistan.

Abdubannobov Muydinjon Iqboljon o‘g‘li,

Assistant of the Department of Natural Sciences, researcher
Ferghana branch TUIT named after Muhammad al-Khwarizmi,
Uzbekistan.

G‘ulomqodirov Xumoyun O‘tkirjon o‘g‘li,

Master's student of Ferghana branch TUIT named after
Muhammad al-Khwarizmi, Uzbekistan.

Zaylobiddinov Bekhzod Bakhtiyarjon o‘g‘li,

Master's student of the National Research
Nuclear University "MEPhI" in Moscow, Russia.

Ergasheva Gulruksor Qobiljon qizi,

Student of Ferghana branch TUIT named after
Muhammad al-Khwarizmi, Uzbekistan.

Abstract. The article shows the use of advanced pedagogical technologies in teaching the development of practical competencies of students in nanotechnology and semiconductor physics in higher education. It is recommended to use the technologies “Lesson Design”, “Training in a block-modular and block-test system”, “Analogy, comparison of the real and the imaginary, observation of nature and society”. The tables in the article supplement the information given above.

Keywords: nanotechnology, quantum dot, conduction band, photon, heterostructure, block module, analogy, real and imaginary comparison, logical table system, semiconductor, energy zone, resonator, semiconductor diode.

Introduction. The attention paid to education, teachers and pedagogues, and the conditions created in our country in recent years are particularly worthy of attention. In particular, one of the urgent tasks of today is to ensure the implementation of the tasks stipulated in the decision of the President of the Republic of Uzbekistan dated March 19, 2021 No. PQ-5032 "On measures to increase the quality of education in the field of physics and develop scientific research"

remains one. In this regard, the use of modern pedagogical technologies and information communication tools, the possibilities of these tools in the teaching of general physics courses in higher education institutions is a guarantee of training educated personnel with high intellectual potential.

It can be noted that in the context of the current situation that exists in the labor market, only self-organized, proactive, competent specialists, as well as



specialists who are able to develop and improve themselves professionally and personally, will be the most in demand and competitive.

However, the contradictions that exist in theoretical science and practice are obvious. These contradictions have arisen between the need of modern society for professional and competent specialists (teachers) and the inappropriate level of professional competence of university graduates.

Methodology. An analysis of the use of innovative pedagogical technologies in teaching semiconductor physics shows that such research, especially dissertation research, has not yet been carried out. There is little to learn from experience teaching some topics. Therefore, a theoretical analysis is carried out of new pedagogical technologies that can be used in teaching topics related to semiconductors, which have begun to be introduced in education, especially in physics. It took into account the integrity of the selected topics or chapters, the complementarity of each topic in content, the reliance on a single fundamental idea and concepts, and the growing number of new practical knowledge each year.

From a pedagogical, psychological and methodological point of view, an analysis of scientific and methodological literature and existing methodological recommendations for the purpose of using the technologies "Lesson Design", "Block-Modular Learning", as well as a convenient comparison of new concepts on topics, observation of nature and society is appropriate. Let's look at these new pedagogical approaches directly.

Organization of training in semiconductor physics based on new pedagogical and information technology is a modern requirement, because in order to keep pace with the development of science, it is necessary to constantly change the types and forms of education, abandon traditional methods and look for new ones.

All students in the class must know exactly the purpose of the lesson, how to achieve the goal, how many hours of topic are intended for the lesson and the requirements set by the teacher for the final result. Of

course, each previous topic should be the basis for studying subsequent topics [1].

In accordance with the intended goal, the teacher selects the information that will be learned in the lesson. Selecting a topic is an important and challenging task and the goal cannot be achieved without proper teacher judgment or competence. The content must be scientifically sound and logically expressed. It is important to define the idea of leadership, the choice of concepts, the way they are explained, and the role of the teacher and student in the process.

Discussion. It is impossible to teach a student everything, but you can and should teach him to independently acquire knowledge, work with a book, and apply the acquired knowledge in practice. To do this, first of all, in the lesson, great attention should be paid to expanding the scope of their independent work, limiting the state of passive listening of students. Secondly, it is necessary to expand the range of topics in each lesson, since experience shows that it is no longer effective to study large topics in several lessons. Thirdly, it is necessary to increase the time spent on consolidating knowledge [2].

The organization of lessons that meet the requirements depends on the subject or scope of subjects studied. Topics in semiconductor physics studied in physics courses at higher educational institutions should be taught in "Design" systems.

"Block module" and "Block test".

Let us turn to the block-modular system of the following topics in semiconductor physics.

In the "Block-Module" system, the first introduction to the block is made in the first lesson, and in each subsequent lesson the topic of the block is discussed in full, but from lesson to lesson it is addressed in a new and deeper way. As a result, firstly, the student has a complete picture of the event or process being studied, secondly, the question in the block has a good understanding of the problems, and thirdly, he studies the relationships between them.

For example, the block system consists of the following lessons: 1) lecture; 2) seminar; 3) laboratory



workshop; 4) doing exercises; 5) test; 6) an interesting information lesson.

According to the famous teacher P.Ya. Galperin, "teaching in a modular system allows students to show the full path with larger and smaller perspectives, while the traditional method illuminates only a small part of this path." When developing a lesson, the teacher selects teaching material according to the level of importance as follows:

- general idea, keywords, basic concepts and method of their explanation;
- questions, examples and tasks aimed at mastering the main idea of the lesson;
- interesting information.

The emphasis will be on creating the following conditions to increase interest in the lesson:

- introduction of innovative elements and their connection with certain data;
- an attitude to positively surprise students;
- processing of the studied material in accordance with the practical situations to which students are accustomed;
- organization of independence and activity of students;
- emphasizing all the student's achievements during the lesson.

Lesson design for the teacher is to choose a teaching method according to the following topic. The following general classification of methods can be used:

- method of demonstrative explanation;
- reproductive method (repeated reading, exercises, etc.);
- research method (independently studies new topics based on certain knowledge, performing a creative task);
- heuristic method (with the help of the teacher's questions, students perform problem-solving tasks and solve problems).

The effectiveness of the educational process is achieved not only by the orientation and hard work of students, but also by their research independence. To do this, students must know exactly what they need to do to learn in class. Students should always know what

they are learning and have a clear understanding of the methods and process of learning. The process goes like this: We observe events in nature. Problems arise from comparing them with each other and with the knowledge we have. Various hypotheses are formed to solve them. These hypotheses have been tested in practice. Methods for using the studied phenomena have been found. The basis of the scientific learning process in the course is the proposal of a reasonable hypothesis [3].

Thus, teaching semiconductor physics topics in a block-modular system allows students to form interconnected concepts, build on each new knowledge, learn more about what needs to be studied in the future and what they need to master. This, in turn, teaches students to think independently, plan, feel responsible and continue the learning process consistently and organically.

Analogy in the classroom, comparison of real and imaginary, use of logic table experiments - it is natural that students should rely on these concepts to convey new knowledge. The use of certain concepts or formulas from previously studied chapters when teaching various sections of physics courses in higher education is widely practiced. Among such research methods, one can use the concept of analogy, that is, similarity.

Analogy can be expressed in content or form. In order for a teacher to use the analogy method, the content and form of concepts must be well aware of the boundaries of mutual compatibility. This requires a serious and creative approach to educational material [4].

As you know, topics in semiconductor physics can be presented in the following sequence in a general physics course:

- electrical conductivity, electronic and hollow, special and mixed conductivity;
- temperature dependence of electrical conductivity;
- contact events, diode and its current-voltage characteristics;
transistor and its operation;



- semiconductor devices and their application, current rectification using a diode, transistor amplifier, generating electricity using a photocell.

In semiconductors, it is more difficult to explain the transfer of electric charge through the movement of a cavity. Taking a row of cinema halls, moving the next person into the space at its edge, moving the next person into his place, etc., is believed to represent an empty movement of the empty space to the other end of the row. To account for the one-way flow of direct current in a diode, a one-way flow valve tap can be used.

The analogy method is based on comparison. In different phenomena, the mutual similarity of the properties of laws is determined only by comparison based on two or more characteristics, and the similarity of other properties is inferred. The real-imaginary comparison method can be used to begin the investigation of the semiconductor coil.

Table 1. Semiconductors found in nature, their charge carriers, temperature dependence, their electrical conductivity and their applications in coil electronics.

State of matter	Electrical conductivity	Charge carriers	Temperature dependence of conductivity	Application in electronics
Gas	Vacuum Вакуум	No	—	Electron tube
	Neutral Нейтрал	No	—	Surface Drying
	Ionized	Ions and electrons	-p(T)	Ion doping
Liquid	Dielectric	No	—	Surface Cleaning Очистка
	Electrolyte	Ions	-p(T)	Electrolysis
	Semiconductor	Not studied		—
Solid	Conductor (metals)	Electrons	+p(T)	Ohmic contacts, buses, sheaths
	Dielectric	No	—	Insulating layers
	Semiconductor	Electrons and holes	-p(T)	Tool Basics

The importance of this table is that it provides generalized and comparative information about the states of matter in nature, including the position of semiconductors, the types of charged particles in them, the temperature dependence of their conductivity, and the use of such substances in electronics. The fact that the table implies the existence of a semiconductor state among liquids, but that this area has not yet been explored, tells students that significant innovation in this direction can be expected in the future.

Analogies in teaching semiconductor physics are mainly used to help students understand complex concepts and laws. The analogy method can be used in two ways to solve a problem:

- use the method of direct analogy;
- search for a system for a given problem condition. Pedagogical experience has shown that creating a logical system of topics for a creative approach and comparative study is very effective when studying physical sciences.

The method of using the logical tables system is to theoretically divide educational material into complete blocks that meet didactic and psychological requirements within the framework of scientific theory, which are placed or drawn in a sequence of logical origin. The psychological basis of this method is the analytical nature of mental work with complex educational material [5].

Using a logical table system makes it easier to study complex topics or branches of science. The use of this method is based on the following principle, if any complex material can be easily mastered:

- the material is divided into small parts that are easy for students to master;
- unnecessary data is removed from the system;
- concepts are arranged in a sequence of logical origin from each other;
- parts are provided with additional signs, drawings, etc.;
- particles are abbreviated as much as possible, keywords are used.

Conclusion. The first table of the logical table system is information about some semiconductor substances.

Table 2

Types of semiconductors depending on their structure, composition and electrical conductivity, their production and application.

Types of Semiconductors	Applications of Semiconductors
I. According to the structure of the crystal lattice	

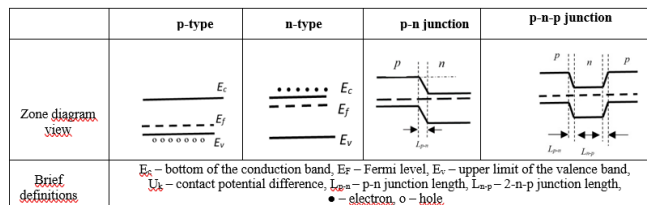


1	Monocrystal	Grown according to the Czochralski method	Used to produce epitaxial layers in semiconductor device technology
2	Polycrystal	Crystallization is formed as a result of polymorphic phase processes and aggregation of crystalline powders	Single crystals are used in cultivation and in the production of tools
3	Liquid semiconductors	A semiconductor is formed by diluting a substance	
4	Amorphous semiconductors	SiH ₄ is obtained by decomposition of monozylene using a 10% argon mixture at low pressure	Optical sensors are used as the basis for memory elements and LEDs for video recording, defect detection in the textile and metallurgical industries
5	Organic semiconductors	Produced by heating organic matter	Used in microelectronics as photosensitive substances
II. By chemical composition			
1	Elementary semiconductors	Silicon is obtained by reduction of trichlorosilane with hydrogen, elemental germanium is obtained by reduction oxide GeO ₂ IV with pure hydrogen.	In the manufacture of devices and systems within the electronics industry
2	Semiconductors consisting of binary compounds	Produced by epitaxial growth	Used as infrared radiation receivers
III. By electrical conductivity			
1	Private semiconductors	Obtained using the Czochralski method	Used in the manufacture of thermistors and photoresistors
2	Mixed semiconductors	Obtained by adding elements from group III of the periodic table	Used in the manufacture of semiconductor diodes, transistors and integrated circuits
	1) p-type semiconductors		
	2) n-type semiconductors	Obtained by adding elements group V of the periodic table	

The second table of the system of logical tables is the energy bands of semiconductors and their changes in contact

Table 3.

Energy bands of semiconductors and their changes in contact



The third table of the logical system is a table that contains information about the conductivity of the semiconductor or its application in semiconductor electronics, depending on the type of transition

Table 4. Some information about the conductivity of a semiconductor or its application in semiconductor electronics depending on the type of junction

Conduction and transition type	Semiconductor tool	Tool sign	Basic semiconductor	Application
n-type p-type	Resistor		Si	Radio engineering
	Thermistor		Si	Electrical engineering, radio engineering
	Diode		Si, Ge	Automation, electrical engineering, radio engineering
p-n n-p	Photodiode		Si, Ge	Automation
	Light-emitting diode		AsGa	Automation, electrical engineering, radio engineering
$E_c - m \cdot E_v > p$	Laser		AsGa	Automation, electrical engineering, radio engineering
	Thyristor		Si	Automation, electrical engineering, radio engineering
	Transistor		Si, Ge	Automation, electrical engineering, radio engineering
p-n-p n-p-n	Phototransistor		Si, Ge	Automation, electrical engineering, radio engineering
	Optocoupler		Si, AsGa	
p-n-p n-p-n	Chip		Si, Ge, AsGa	Automation, electrical engineering, radio engineering
p-n-p-n n-p-n-p	Integrated circuit		Si, Ge, AsGa	Automation, electrical engineering, radio engineering

This table can be used by undergraduate and graduate students, researchers and young teachers in



the course “Physics of Semiconductors and Dielectrics”.

Bibliography:

1. Beletsky A. Electronics // Science and technology. – Tashkent, 2006. – 108 p.
2. Polvonov B. Z., Gafurov Y. I., Otajonov U. A., Nasirov M. X., & Zaylobiddinov B. B. The specificity of photoluminescence n-CdS/p-CdTe in semiconductor heterostructures// International Journal of Mathematics and Physics,13(2),12-19. (2022).
3. Polvonov B. Z., Yuldashev N. K. Spectra of low-temperature photoluminescence in thin polycrystalline CdTe films// Semiconductors, 50, 1001-1004. (2016).
4. Akhmadaliev B. J., Polvonov B.Z., Yuldashev N. K. On the low-temperature photoluminescence and photovoltaic properties of fine-grained CdTe films// Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques 10(6), 1173-1178, (2016).
5. Musaev E.A. Methodological manual for laboratory classes in electronics, radio electronics and circuit design courses. – ADU Andijan, 2011. – 124 p.



Mavjud oqimli shifrlash algoritmlarining qiyosiy tahlili

Xudoyqulov Zarifjon Turakulovich

texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori(PhD), dotsent
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi
Toshkent axborot texnologiyalari universiteti,
Toshkent, O'zbekiston

Rahmatullayev Ithom Rahmatullayevich

texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori(PhD),
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi
Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Samarqand filiali
Samarqand, O'zbekiston
Ithom9001@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur ishda yangi mavjud oqimli shifrlash algoritmlarini qiyosiy tahlil qilingan. Yangi mavjud oqimli shifrlash algoritmlarining qiyosiy tahlili, ularning xususiyatlari va parametrlarini o'rganish orqali amalga oshiriladi. Tahlil qilingan algoritmlarning xossalari umumiy kriptografik talablar asosida umumlashtirilgan jadvali yaratilgan. Algoritmlarning xususiyatlari bo'yicha olingan natijalar parametrlari solishtirilgan.

Kalit so'zlar: Oqimli shifrlash, eSTREAM, Trivium, Rabbit, kriptotahlil, baholash, iteratsiya.

I. Kirish. Ana'naviy oqimli shifrlash algoritmlari va ularga aloqador xavfsizlik muammolari haqida ko'plab adabiyotlarda ma'lumot berilgan[1]. Ushbu algoritmlar o'z vaqtida keng qo'llanilgan bo'lsada, ularning dizaynida yoki amalga oshirilishida aniqlangan xavfsizlik zaifliklari sababli, yangi ilovalar yoki tizimlarda ulardan foydalanish tavsiya etilmaydi. Bu zaifliklar, hujumchilarga ma'lumotlarni oshkor qilish, kalitlarni tiklash yoki shifrlangan ma'lumotlarni o'zgartirish imkoniyatini beradi.

Quyida esa eSTREAM loyihasi doirasida ishlab chiqilgan ko'plab oqimli shifrlash algoritmlarining tahlili bilan tanishib chiqiladi. eSTREAM loyihasi, European Network of Excellence for Cryptology II (ECRYPT II) doirasida ishga tushirilgan va oqimli shifrlash algoritmlariga bag'ishlangan tashabbusdir[4]. Bu loyiha, mavjud oqimli shifrlash algoritmlarining xavfsizlik va samaradorlik jihatidan cheklovlarini engish maqsadida yangi, xavfsiz va samarali oqimli shifrlash algoritmlarini rivojlantirishni ko'zlagan.

Ushbu loyihada ikki turdagi: dasturiy vositalar va qurilmalar uchun mos bo'lgan oqimli shifrlash algoritmlari keltirilgan. Birinchi guruh algoritmlari dasturiy ko'rinishda qulay bo'lgan algoritmlardan

iborat bo'lib, 128-bitli AES-CTR algoritmidan tezkor bo'lgan algoritmlardan tashkil topgan. Ushbu guruhga tegishli finalchi shifrlar: Salsa20/12, Rabbit, HC-128 va SOSEMANUK algoritmlaridan iborat. Ikkinchi guruhga tegishli shifrlar, eSTREAM loyihasi doirasida tanlangan, qurilmada amalga oshirish qulayligi nuqtai nazaridan 80-bitli AES algoritmidan ko'ra afzalliklarga ega bo'lgan oqimli shifrlash algoritmlaridan iborat. Bu guruhda esa finalchi algoritmlar: Grain, Trivium [8] va MICKEY 2.0 iborat bo'lgan.

II. Asosiy qism. eSTREAM loyihasi doirasida olib borilgan tanlov jarayonida, kriptografik hamjamiyatning diqqat markazida bo'lgan bir qator muhim masalalar ko'tarildi. Ushbu loyihada ishtirok etgan 34 ta shifrlash algoritmi orasidan, faqat ikkita sinxronlanuvchi shifrlar xavfsizlik muammolari sababli tanlovni tark etgan yoki tanlov jarayonida ularning xavfsiz emasligi aniqlangan. Bu holat, oqimli shifrlash algoritmlarining xavfsizlik darajasini baholashda qanday qat'iy mezonlar qo'llanilishi kerakligini ko'rsatadi.

Finalchi algoritmlar tanlovi, ularning kalitni to'liq tanlash hujumiga qarshi samaradorligi kabi



muhim kriptografik xususiyatlarini sinovdan o'tkazish orqali amalga oshirildi. Biroq, yangi kriptotahlil usullari qo'llanilganda, finalchilar orasida jiddiy xavfsizlik muammolari aniqlandi. Bu, har qanday shifrlash algoritmi dizayni va tanlovi jarayonida, xavfsizlikni har tomonlama kafolatlash uchun keng qamrovli tahlil va sinovlarni o'tkazish zarurligini ta'kidlaydi.

Lightweight Cryptography (LWC) muhiti, resurs cheklangan qurilmalar uchun mo'ljallangan kriptografik algoritmlarni o'z ichiga oladi. Bu turdagi muhitlar, masalan, IoT (Internet of Things) qurilmalari, o'rnatilgan tizimlar, RFID tekmlar va smart kartalar kabi, cheklangan xotira, quvvat va protsessor quvvatiga ega bo'lgan qurilmalardir. LWC muhitida samaradorlik, xavfsizlik va resurs talablarining muvozanati juda muhimdir. Shu munosabat bilan, eSTREAM loyihasining ikkinchi guruhiga tegishli Grain va Trivium algoritmlari hamda birinchi guruhga tegishli Salsa20 va Rabbit algoritmlari LWC muhitida qo'llanish uchun mos keladi.

Adabiyotlar tahlili. *Dasturiy ko'rinishda amalga oshirish uchun mos bo'lgan shifrlar – birinchi guruh algoritmlari.* Salsa20 algoritmi, Daniel J. Bernstein tomonidan ishlab chiqilgan va eSTREAM loyihasining dasturiy ko'rinishda amalga oshirish uchun mo'ljallangan shifrlaridan biri sifatida tanlangan. Uning asosiy xususiyati, samaradorlik va xavfsizlik o'rtasidagi muvozanatni ta'minlashdir. Salsa20, yuqori darajadagi parallel ishlash qobiliyati va sodda tuzilishi bilan ajralib turadi, bu esa uni turli platformalarda samarali ishlashga imkon beradi. 256 bitli kalit va 128 bitli IV (Initialization Vector) dan foydalanish, algoritmini keng ko'lamli dasturlar uchun mos keladi. Salsa20 algoritmining uch varianti turli xil ilovalar va xavfsizlik hamda tezlik talablariga javob berish uchun mo'ljallangan. Bu variantlar algoritmnining raundlar soni bilan farqlanadi, bu esa ularning xavfsizlik darajasini va ishlov berish tezligini to'g'ridan-to'g'ri ta'sirlaydi. Salsa20/20 varianti odatdagi kriptografik ilovalar uchun mo'ljallangan bo'lsa, Salsa20/12 va Salsa20/8 variantlari yuqori tezlikni talab etuvchi, lekin, kam xavfsizlik darajasi mos keluvchi muhitlar uchun mos hisoblanadi. Salsa20

algoritmi, uning dasturiy ko'rinishda amalga oshirilishi uchun juda qulay bo'lgan sodda, ammo samarali amallardan foydalanadi. Bu algoritmi, ARX (Addition, Rotation, XOR) dizayn sxemasiga asoslanadi, bu sxema oddiy qo'shish, modul 2^{32} bo'yicha qo'shish, bitlar bo'yicha siljitish (rotation) va XOR (eksklyuziv yoki) amallaridan iborat. (1-rasm). Ushbu algoritmda ma'lumotni shifrlash va deshifrlash bir xil bo'lib, bu tezkorlikni ta'minlaydi. Ushbu algoritmlar tezkor algoritmi bo'lgani sababli, Crypto++ kriptografik kutubxonasidan joy olgan.

Salsa20 algoritmining dasturiy ko'rinishi juda samarali bo'lishi mumkin, masalan, eng optimal tarzda yozilganda 1452 bayt hajmga ega bo'lib, shifrlash jarayoni uchun taxminan 18400 takt (sikli) talab qilishi bilan ajralib turadi. Bu, zamonaviy kompyuterlar va mikrokontrollerlar uchun juda samarali bo'lgan tezlikni anglatadi, chunki u yuqori darajadagi optimallashtirish orqali amalga oshirilgan.

Biroq, algoritmining apparat ko'rinishida amalga oshirilishi ancha ko'p resurslarni talab qiladi. Masalan, eng optimal ravishda amalga oshirilgan apparat ko'rinishi 12126 ta mantiqiy elementni (Gate Equivalent, GE) talab qiladi. Bu ko'rsatkich, Lightweight Cryptography (LWC) uchun belgilangan standartlarga mos kelmaydi. LWC sohasida ko'plab tadqiqotchilar apparat resurslarining juda cheklangan bo'lishi kerakligini ta'kidlashadi, ba'zilar esa 300 GE atrofida bo'lishini ideal deb hisoblashadi. Bu, asosan, juda kichik o'lchamdagi qurilmalar uchun, masalan, RFID tekmlar yoki boshqa o'rnatilgan tizimlar uchun juda muhimdir, chunki bu turdagi qurilmalar juda cheklangan xotira va ishlov berish quvvatiga ega.

Salsa20ning bu kabi apparat talablari, uni ba'zi LWC ilovalari uchun kamroq mos keladigan variantga aylantiradi, ayniqsa agar juda kichik o'lchamdagi qurilmalar yoki juda cheklangan apparat resurslariga ega bo'lgan muhitlar nazarda tutilsa. Shunga qaramay, Salsa20ning dasturiy ko'rinishi, o'rta va yuqori darajadagi qurilmalarda, shuningdek, kompyuter tarmoqlarida juda samarali va xavfsiz yechim bo'lib qolmoqda.

Rabbit algoritmi, yuqori tezlik va samaradorlikka ega bo'lgan sinxronlanuvchi oqimli



shifrlash algoritmidir. Bu algoritm, asosan, kalitni aralashtirish va ma'lumotlarni shifrlash jarayonlarini tezkor amalga oshirishga mo'ljallangan bo'lib, dasturiy vosita ko'rinishida amalga oshirish uchun juda qulaydir. Rabbitning yuqori ishlov berish tezligi uni Internet protokollari, jumladan, video streaming, o'yinlar va boshqa katta hajmdagi ma'lumotlarni yuborish talab etiladigan muhitlar uchun ideal tanlovga aylantiradi. Ushbu algoritm o'rnatiluvchi tizimlar CyasSLdagi kriptografik algoritmlar ro'yxatiga kiritilgan va ISO/IEC 18 033-4:2011 tarkibida standartlashtirilgan.

Ushbu algoritm zamonaviy protsessorlar uchun mos bo'lgan sodda va asos amallardan tashkil topgan. Ushbu algoritm NFSR va S – jadvalga asoslanmagan kuchli chiziqsizlikni ta'minlaydi. Ushbu algoritmda nochiziqlik xaotik xarita asosida ta'minlangan. Rabbit algoritmi, yuqori tezlik va effektivlikka ega bo'lgan sinxron oqimli shifrlash algoritmi sifatida, 128 bitlik kalit va 64 bitlik IV (Initialization Vector) dan foydalanadi. Bu xususiyatlar uni zamonaviy kriptografik talablarga javob beradigan qiladi. Ushbu algoritmni 1.7 Gs bo'lgan Pentium 4 muhitida amalga oshirish uchun 1976 bayt talab etiladi va 486 sikl kalitni o'rnatish va bir baytni shifrlash uchun 5.1 sikl talab qilinadi. Ushbu algoritm qurilmalar uchun mos bo'lib, 3800 GE talab qiladi. Amaliy buzulishga olib keluvchi hujum (Practical fault) o'rtacha 128-256 ta buzilishni talab qiladi va to'liq ichki holatni tiklash uchun 241.6 baytli jadval talab qilinadi hamda bu 238 qadamni o'z ichiga oladi.

HC shifrining ikki ko'rinishi: HC-128 va HC-256 [9] mavjud bo'lib, ular mos ravishda 128 va 256 bitli kalit va 128 bitli IV dan foydalanadilar. Ushbu shifr ikkita katta jadvaldan iborat bo'lib, ularning har biri 32 bitli 512 ta elementdan iborat va 32 – bitli so'zlar sifatida qaraladi. Har bir qadamda holat nochiziqli qayta aloqali funktsiya yordamida yangilanadi va nochiziqli filtr funktsiyadan 32 bitli natija chiqariladi. Ushbu algoritm parallel hisoblash muhiti va mikroprotsessorlar uchun mos hisoblanadi. Ushbu algoritm ham o'rnatilgan tizimlar uchun foydalaniladigan CyasSL kriptografik kutubxonasida mavjud.

Ushbu algoritm jadvalga asoslangani bois, katta ma'lumotlarni shifrlash uchun dasturiy ko'rinishda amalga oshirishga qulay. Biroq, ushbu algoritmni qurilmada amalga oshirish murakkab bo'lib, 52 400 GE imkoniyatini talab etadi. Ushbu algoritmga qaratilgan ko'zga ko'ringan tahlil amalga oshirilmagan va u shuning uchun xavfsiz deb qaraladi. Mualliflarning ta'kidlashicha kalit ketma-ketligining davri 2^{256} dan katta.

SOSEMANUK sinxronlashgan oqimli shifrlash algoritmi bo'lib, kalit uzunligi mos ravishda 128 yoki 256 bitli va 128 bitli IV dan foydalanadi. Biroq, barcha kalit uzunliklari uchun bir xil 128 bit xavfsizlik darajasini taqdim qiladi. Ushbu algoritm o'zida SNOW 2.0 oqimli shifri va Serpent blokli shifrlarni ayrim elementlarini mujassam qilgan. Ushbu algoritm SNOW 2.0 algoritmiga qaraganda tezkor hisoblanadi. Ushbu algoritm LFSR va FSR foydalanib, 32 bitli so'zlar ustida amallar bajaradi. Ushbu algoritmning kalitlarni o'rnatish bosqichi uchun 24 raundli Serpent algoritmi ishlatilgan. Ushbu algoritmni dasturiy tomondan amalga oshirish o'rtacha 2000-5000 baytni talab qilsa, qurilmada amalga oshirish uchun 18819 Geni talab qiladi.

Qurilmaga mo'ljallangan oqimli shifrlash algoritmlari – ikkinchi guruh algoritmlari. Grain oqimli shifrlash algoritmi qurilmaga amalga oshirish uchun mo'ljallangan bo'lib, sinxronlashgan turdagi algoritm hisoblanadi. Ushbu algoritm LFSR va nozichiqli filterlash funktsiyasidan iborat. LFSR minimal kalit ketma-ketlik davrini va chiqishdagi muvozanatni kafolatlaydi. Filterlash funktsiyasi NFSR turida bo'lib, shifrnin nozichiqligini kafolatlaydi. LFSR dan chiqqan bitlar NFSRning kirish bitlari bilan qo'shib, holatning muvozanatlaydi.

Grain oqimli shifrlash algoritmi qurilmaga mos bo'lishi uchun bitga qaratilgan bo'lib, oddiy amalga oshirish 1 bit/siklni taqdim etadi. Biroq, ushbu algoritmda tezkorlikni oshirish uchun so'zlar ustida amallarni bajarish imkoniyati mavjud. Biroq, bu imkoniyatga erishish uchun qurilma imkoniyatini yaxshilash talab etiladi. Bu holda tezkorlikni 16 bit/siklgacha yetkazish mumkin. Ushbu algoritm A5/1 va



E0 algoritmlari kabi xavfsizlik darajasini ta'minlasada, buning uchun kichik qurilma imkoniyatini talab qiladi.

Grain algoritmi 80 bitli kalitlar va 64 bitli IV dan foydalanadi. Ushbu algoritmni 1 bit/siklda amalga oshirish uchun 1294 GE va 16 bit/siklda amalga oshirish uchun esa 3239 GE talab qilinadi. Dasturiy ko'rinishda amalga oshirishda, 1 bit/sikl holatni ifodalash 778 bayt kod hajmiga teng bo'lib, shifrn sozlash uchun 107366 sikl va natijani chop etish uchun 617 sikl talab qiladi.

Trivium shifrlash algoritmi ham ikkinchi guruhga tegishli algoritm bo'lib, eSTREAM konkursining finalisti hisoblanadi va u LWC (ISO/IEC 29192-3:2012) uchun standartlashtirilgan. Ushbu algoritmni loyihalovchilari oqimli shifrlarni qanday qilib uning xavfsizligi, tezkorligi va moslashuvchanligini yo'qotmasdan soddalashtirish mumkin degan savolga javob topishga harakat qilgan. Ushbu algoritm sinxronlashgan turga tegishli bo'lib, 80 bitli kalitlar va 80 bitli IV dan foydalanadi. Ushbu algoritmda uchta SHR mavjud bo'lib, ular algoritmda nozichiqlikni ta'minlab bergan.

Qurilma ko'rinishda ushbu algoritmni amalga oshirish uchun standart CMOS (Complementary metal-oxide semiconductor) texnologiyasida 2017 GE talab qilingan bo'lsa, talabga ko'ra C2MOS texnologiyasida amalga oshirish uchun 749 GE talab qilingan.

O'zi – sinxronlashuvchi oqimli shifrlar sanoat uchun sinxronlashgan algoritmlar kabi zarur hisoblanmasligini yuqoridagi tahlil natijalari ko'rsatib o'tildi. Xavfsiz sinxronlashgan shifrlar o'rnatilgan shifrlar uchun asosiy tanlov hisoblanadi. Oqimli shifrlarda esa nozichiqlik funksiya muhim hisoblanib, algoritm bardoshligini ta'minlashda muhim omildir. Autentifikatsiyalash imkoniyatiga ega shifrlar ham muhim bo'lgan autentifikatsiya teglarini taqdim qiladi. Biroq, ushbu shifrlash sxemalari qator hujumlarga bardoshsiz bo'lib, ularni yaratishdagi asosiy to'siqlardan biri hisoblanadi. Shuning uchun mazkur muammoni bartaraf etishda odatda "shifrlash-keyin-MAC" sxemasidan keng foydalaniladi va bu odatiy autentifikatsiyalash imkoniyatiga ega shifrlarga qaraganda bardoshli xavfsizlikni taqdim qiladi.

III. Natijalar. Amalga oshirish darajasini baholash. Oqimli shifrlash algoritmlarini 1-jadvaldagi kabi tahlilash, ularga to'liq bahoni bermaydi. Xususan, bu o'rinda amalga oshirishdagi ma'lumotlarni keltirish mumkin. Shu sababli, yuqori tahlil qilingan algoritmlarning qurilmada va dasturiy ko'rinishda amalga oshirishdan olingan natijalar bilan quyida tanishib chiqiladi.

1-jadval. Tahlil qilingan shifrlarning umumiy xususiyatlari

Shifr nomi	Kalit uzunligi (bit)	Blok uzunligi (bit)	IV	Turi	Tahlil/ hujumlar
RC4	8-2048	1	-	ARX	Kalitga bog'liq hujum, WEP dagi hujum
A5/1	54, 64	-	0	LSFR	Ma'lum ochiq matnga asoslangan hujum, time-memory tradeoff hujumi
E0	128	-	0	SHR	Bluetooth protokoliga asoslangan hujum
AES	128, 192, 256	128	0	SPN	Biclique kriptotahlili
Rabbit	128	128	-	Xaotik jadvallar + sodda amallar	Amaliy buzish hujumlari
Grain	80, 128	1, 16	64, 96	LFSR + NFSR	Differensial buzish hujumlari
Trivium	80	1, 8, 16	80	3 SHR	Takomillashgan differensial buzish hujumlari
Salsa	128, 256	32, 512	64, 128	ARX	Soddalashtirilgan versiyalariga hujumlar

HC	128, 256	-	128, 256	2 ta katta jadval	Turi kriptotahlil usullari
SOSEMANUK	128, 256	640, 32	64	LFSR+FSM	Takomillashgan differensial buzish hujumlari
MICKEY 2.0	80, 128	1	0-80, 0-128	Galua LFSR + NFSR	Takomillashgan differensial buzish hujumlari, kalitga bog'liq hujumlar
Enocoro	80, 128	1	64	PRNG	Turi kriptotahlil usullari
Rabbit-MAC	128	128	-	Xaotik jadvallar + sodda amallar	Rabbit algoritmidagi hujumlar
BEAN	80	2	64	FCSR+S jadval	Holatni tiklash hujumlari
Hummingbird	256	16	64	Gibrid	Ko'plab hujumlar
WG-7	80	1	81	LFSR+WG	Differensial hujumlar
TinyStream	128	-	-	TPM	-
Hummingbird-2	128	16	64	Gibrid	Kalitga bog'liq hujumlar
Grain-128a	128	1	96	LFSR+NFSR	Differensial buzish hujumlari
A2U2	56	1	-	LFSR+2 NFSR	Ultra samarali tanlangan ochiq matnga asoslangan hujum
Quavium	80	1	80	4 Trivium algoritmidagi kabi SHR	-
Cavium	80	1	80	CA	-
ASC-1	128	128	56	SPN (CFB ga o'xshash rejim)	Chegaralangan xavfsizlik
WG-8	80	1, 11	80	LFSR+WG	Kalitni tiklash hujumlari
CAR30	128	128	120	CA	-
ALE	128	128	128	SPN	Kriptohujumlar bilan obro'sizlantirilgan
ACORN	128	-	128	6 LFSR	Moslashgan tanlangan ochiqmatnga asoslangan hujum
Sablier	80	-	80	ARX	Amaliy holatni tiklash hujumi

Qurilma ko'rinishda amalga oshirish natijalari. Oqimli shifrlarni amalga oshirish kerak bo'lgan qurilma muhiti cheklangan bo'lib, [11] manbada mualliflar tomonidan Verilog tilida 5 ta oqimli shifrlash algoritmlari amalga oshirilgan. Bunda foydalanilgan qurilma arzon bo'lgan Xilinx Spartan3 XC3S1000 FPGA (7680 qatlam (slices), 630 MHz, 55 KB RAM) qurilmasidan foydalanilgan.



Ushbu qurilmada amalga oshirilgan algoritmlarni baholashda o'tkazish qobiliyati (throughput, MBps), kutish qiymati (latency, siki/blok), maksimal chastota (maximum frequency, MHz), quvvat (power, W) va talab qilingan triggerlar hamda qatlam (flip-flops va slices) o'lchovlari asosida baholangan. Quyida keltirilgan 1.2 – jadvalda tanlab olingan algoritmlarning yuqorida keltirilgan FPGA muhitida amalga oshirish natijalari keltirilgan. Algoritmlar sifatida AES, Enocoro-128, WG-8, Salsa20 va HC-256 lar tanlangan.

1.2 – jadval. FPGA muhitida algoritmlarning omillar bo'yicha tahlili (qaysi holda yaxshi ko'rsatkich bo'lishi ham keltirilgan)

Shifri	Kalit-uzunligi (bit)	Blok-uzunligi (bit)	IV (bit)	Kutish-qiymati (siki/blok)	O'tkazish qobiliyati (MBps)	Mak. Chastota (MHz)	Quvvat (W)	FF	Qatlamlar	O'tkazish qobiliyati/qatlamlar
Yaxshisi	□	□	□	Pasti	Yuqorisi	□	Pasti	Pasti	Pasti	Yuqorisi
WG-8	80	1	80	1	2112	192	0.016	207	398	0.66
Enocoro-80	80	1	64	1	900	118	0.008	239	292	0.38
Enocoro-128	128	1	64	1	1200	149	0.008	362	442	0.33
AES	128	128	-	226	8754	77	0.078	781	5948	0.18
WG-8	80	11	80	1	190	190	0.005	85	137	0.17
Salsa20	256	32	64	2	990	19.4	0.012	1286	2036	0.06
HC-128	128	512	128	-	-	-	-	-	>>262000	-

Bundan tashqari, ushbu algoritmlarni ASIC (Application specific integrated circuit) muhitida amalga oshirish natijalari ham keltirilgan. Mazkur holda tahlillash omili sifatida o'tkazish qobiliyati, GE va yuqori sifatlilik (figure of merit, FOM)lar tanlab olingan. Bunda FOM kattaligi $o'tkazish\ qobiliyati / GE^2$ tarzida hisoblangan va algoritmning qurilmada amalga oshirishdagi sifat darajasini ko'rsatgan. Mazkur muhitda olingan tahlil natijalari esa 1.3 – jadvalda keltirilgan.

1.3 – jadval. ASIC muhitida algoritmlarning omillar bo'yicha tahlili (qaysi holda yaxshi ko'rsatkich bo'lishi ham keltirilgan)

Shifri	Kalit-uzunligi (bit)	Blok-uzunligi (bit)	IV (bit)	Kutish-qiymati (siki/blok)	Har-100-KHz'da o'tkazish qobiliyati (MBps)	Tex. (um)	Maydoni (GE)	FOM
Yaxshisi	□	□	□	Pasti	Yuqorisi	□	Pasti	Yuqorisi
WG-8	80	1	80	1	100	0.65	1786	0.00391
Enocoro-80	80	1	64	1	-	0.09	2700	-
Enocoro-128	128	1	64	1	800	0.09	4100	0.00594
AES	128	128	-	226	56.64	0.35	2400	0.00122
WG-8	80	11	80	1	1100	0.65	3942	0.00884
Salsa20	256	32	64	2	99	0.13	12126	0.00008
HC-256	128	512	128	-	-	0.13	>>524000	-

WG-8, Enocoro va AES algoritmlar o'rnatilgan tizimlar uchun mos bo'lgan qulay amalga oshirish imkoniyatiga ega hisoblanadi (3000 dan kam bo'lgan GE). Bular orasida WG-80 eng ixcham va samarali algoritm hisoblangan. Enocoro algoritmi ham yaxshi amalga oshirish darajasiga ega va LWC muhitida amalga oshirish mumkin bo'lgan standartlashtirilgan algoritmdir. AES algoritmi yuqori xavfsizlik darajasini qayd qilsa ham, yuqori energiya sarfiga ham ega. Qolgan Salsa20 va HC algoritmlari esa o'rnatilgan qurilmalar uchun mos emas.

Dasturiy vosita ko'rinishda amalga oshirish natijalari. Qurilmada amalga oshirishga o'xshash holda, mualliflari tomonidan ayrim oqimli shifrlash algoritmlari C dasturlash tilida kredit karta o'lchamidagi o'rnatilgan qurilma, BeagleBone (AM3359 ARM Cortex A8 single core CPU, 720 MHz, 256 MB RAM, Ubuntu OS) muhitida amalga oshirildi. Barcha amalga oshirishlar umumiy bo'lgan testlash omillari asosida baholandi. Mazkur holda baholash omillari sifatida ROM, RAM va mujassamlashgan o'lchov (combine metric, CM) kattaliklaridan foydalanilgan. ROM va RAM kattaliklari kod va vaqt-xotira kattaliklarini Kbaytda o'lchaydi. CM kattaligi esa $(ROM \times shifrlashdagi\ siki)/blok$ o'lchamini ko'rsatadi. Dasturiy vosita ko'rinishda amalga oshirish uchun AES/ AES-CTR, Enocoro-128, WG-8, Salsa20 va HC-128 algoritmlari tanlab olingan. 1.4-jadvalda dasturiy vositalarni amalga oshirishdan olingan natijalar keltirilgan.

IV.XULOSA. Dasturiy vosita ko'rinishda amalga oshirishda Salsa20 algoritmi tezkorlik va ishga tushirishning qisqaligi bilan qolganlaridan ajralib turgan. Enocoro va WG-8 algoritmlari ham kam kod hajmi va xotira talab qilishi bilan ajralib turgan. Eng tezkor shifrlash algoritmi HC bo'lgan bo'lsa, eng sekin algoritm AES standarti bo'lgan.

1.4 – jadval

Dasturlash muhitida algoritmlarning omillar bo'yicha tahlili (qaysi holda yaxshi ko'rsatkich bo'lishi ham keltirilgan)



Shifri	Kalit-uzunligi (bit)	Blok-uzunligi (bit)	IV (bit)	Ishga-tushirish (sikl)	Shifrlash (sikl)	ROM (Kbayt)	RAM (Kbayt)	Har-720-MHz da o'tkazish qobiliyati (Mbps)	CMo
Yaxshisi	□	□	□	Pastis	Pastis	Pastis	Pastis	Yuqori	Pastis
Salsa20c	128□	512□	64□	460□	29491□	4.8□	8.27□	12.5□	276□
Salsa20c	256□	512□	64□	460□	29729□	4.8□	8.35□	12.4□	278□
Enocoro-128c	128□	1□	64□	4870□	138□	3.8□	7.56□	5.2□	526□
WG-8c	80□	1□	8□	1379□	69□	6.6□	0.59□	10.4□	456□
HC-128c	128□	512□	128□	2082876□	17388□	77.2□	16.58□	21.2□	2621□
AESc	128□	128□	-□	6953□	20480□	22.2□	88□	4.5□	3552□
AES-CTRc	128□	128□	128□	469.6□	21942□	22.3□	88.5□	4.2□	3822□

Xulosa o'rinda shuni aytish mumkinki, xavfsiz bo'lgan algoritmi tanlash degani butun ilovani xavfsiz bo'ldi degani emas. Boshqa so'z bilan aytganda, butun ilovani loyihalash davomida nafaqat algoritmlarning xavfsizligiga, balki, ularning mosligiga va to'g'ri birlashtirilganiga ham e'tibor berish kerak hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

- Klein A. Introduction to stream ciphers, Stream Ciphers. Springer, 2013; pp. 1–13.
- Bellovin S.M, Miller F. Inventor of the one-time pad. Cryptologia 2011; 35(3): 203–222.
- Shannon CE. Communication theory of secrecy systems. Bell System Technical Journal 1949; 28(4): 656–715.
- Daemen J, Lano J, Preneel B. Chosen ciphertext attack on SSS. eStream Report, Article 2005/044, 2005.
- Raxmatullayevich R. I. STREAM ENCRYPTION ALGORITHMS AND THE BASIS OF THEIR CREATION //CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES. – 2022. – T. 3. – №. 12. – C. 165-173.
- Rakhmatullaev I. Evaluation of new NSA stream encryption algorithm by integrated cryptanalysis method //Scientific Collection «InterConf». – 2023. – №. 164. – C. 242-248.
- Rahmatullayev I. the A NEW KEY STREAM ENCRYPTION ALGORITHM AND ITS CRYPTANALYSIS: The new stream encryption algorithm (NSA-New Stream Algorithm) is proposed in this work. The input parameters are considered a 128-bit secret key and 128-bit initialization vectors in the new algorithm. A 64-bit line is generated in each round as the output value. The architecture of the algorithm is particularly suitable for efficient hardware

implementations, together with this, this algorithm is also suitable for software implementation ...

//Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology. – 2023. – T. 8. – №. 1. – C. 146-157.

8. Rakhmatullaev R. I., Mardanokulovich I. B. Analysis of cryptanalysis methods applied to stream encryption algorithms //Artificial Intelligence, Blockchain, Computing and Security Volume 1. – CRC Press, 2024. – C. 393-401.

9. Rakhmatullaev I. Self-synchronizing (asynchronous) Stream Encryption Algorithms //Scientific Collection «InterConf». – 2023. – №. 164. – C. 249-254.

10. Khudoykulov Z. T., Rakhmatullaev I. R., Umurzakov O. S. H. NSA algoritmining akslantirishlari tanlanishining xavfsizlik talablarini bajarilishidagi o'rni //INTERNATIONAL JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED ISSUES OF DIGITAL TECHNOLOGIES. – 2023. – T. 6. – №. 4. – C. 97-101.

11. Xudoyqulov Z. T., Rahmatullayev I. R., Boyqo'ziyev I. M. Bardoshli statik S-bokslarni generatsiyalash algoritmi //INTERNATIONAL JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED ISSUES OF DIGITAL TECHNOLOGIES. – 2023. – T. 5. – №. 3. – C. 57-66.

12. Rahmatullayev I. R. Algebraik kriptotahlil usuli va uning oqimli shifrlash algoritmlariga qo'llanish asoslari: Algebraic Cryptanalysis Method and Basics of its Application to Stream Encryption Algorithm //International Journal of Theoretical and Applied Issues of Digital Technologies. – 2023. – T. 4. – №. 2. – C. 96-102.

13. Rahmatullayev I. R. Oqimli shifrlash algoritmlari va ularni vujudga kelish sabablari //International Journal of Theoretical and Applied Issues of Digital Technologies. – 2022. – T. 2. – №. 2. – C. 119-128.

14. Raxmatullayevich R. I. OQIMLI SHIFRLASH ALGORITMLARI TAHLILI //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2023. – T. 1. – №. 6. – C. 889-893.



THE METHODS OF AUTOMATIC LICENSE PLATE RECOGNITION

Zulunov Ravshanbek Mamatovich

Associate Professor of the Department of software engineering,
Fergana branch of the Tashkent University of Information
Technologies,
Fergana, 150118, st. Mustakillik, 185
E-mail: zulunovrm@mail.ru

Akhmadjonov Ikhtiyorjon Rovshanjonovich

Master's student at the Faculty of Computer Engineering,
Fergana branch of the Tashkent University of Information
Technologies,
Fergana, 150118, st. Mustakillik, 185

Ergashev Otabek Mirzapulatovich

Associate Professor of the Department of Information
Technologies, Fergana branch of the Tashkent University of
Information Technologies,
Fergana, 150118, st. Mustakillik, 185
E-mail: ergashev1984otabek@gmail.com

Abstract: The results of the methods research of automatic license plate recognition are presented. The procedures of the localization region license plates in the image picture, normalizing the license plate image, license plate image segmentation, character of license plate recognition and syntactic analysis of the elements of the license plate. It is shown that an effective approach can be based on the applying methods of the Viola-Jones, Hough, the analysis of histograms of brightness and support vector machine. The described approach allows to obtain high recognition accuracy in different corners of the license plate relative to the camera. Also, the article outlines the key procedures involved in automatic license plate recognition, including localization, normalization, segmentation, recognition, and syntactic analysis. It also describes the use of algorithms based on binarization, contour extraction, and morphological image processing to localize license plate areas in images. Finally, it proposes an algorithm for localizing license plate areas in images, involving grayscale conversion, gradient operators, adaptive binarization, morphological operations, contour detection, and area selection based on license plate parameters.

Keywords: automatic license plate recognition, localization, normalization, segmentation, character recognition, syntactic analysis.

Introduction. Automatic License Plate Recognition (ALPR) systems have emerged as indispensable tools in various domains, ranging from motor transport enterprises to car parking facilities. These systems offer a plethora of functionalities, including monitoring vehicle presence, managing parking spaces, recording time durations, and enhancing road safety through effective vehicle tracking. The growing ubiquity of vehicles on roads

necessitates efficient ALPR systems to streamline operations and ensure compliance with regulatory standards.

Fundamental to ALPR systems are the underlying procedures of localization, normalization, segmentation, character recognition, and syntactic analysis. Localization involves identifying and isolating the region containing the vehicle's registration number within an image. Subsequent normalization



procedures aim to standardize the size and orientation of the license plate image. Segmentation facilitates the delineation of individual characters within the license plate image, enabling accurate recognition. The recognition process involves generating a string of characters corresponding to the license plate. Finally, syntactic analysis deciphers the elements of the license plate string, adhering to predefined standards set by regulatory authorities.

In summary, this study presents a novel approach to automatic license plate recognition, addressing the increasing demand for efficient and reliable systems in diverse applications. By leveraging advanced algorithms and methodologies, our proposed ALPR system offers a robust solution for enhancing vehicle monitoring, safety, and management across different sectors.

Methods. Study Design: The study aimed to develop an effective automatic license plate recognition system by implementing various methods including localization, normalization, segmentation, character recognition, and syntactic analysis. The methods employed in this research encompassed techniques such as Viola-Jones for localization, Hough methods and pixel brightness histogram analysis for normalization, contour analysis for segmentation, and the Support Vector Machine (SVM) method for character recognition.

Data Collection: The experiments were conducted using images containing vehicle license plates. These images were obtained from various sources to represent diverse conditions such as different lighting, angles, and distances. The data collection process involved capturing images with varying distances between the camera and the vehicle, as well as images with different angles of rotation in the plane, vertically in space, and horizontally in space.

Software Development: The algorithms for automatic license plate recognition were developed using the C# programming language and the Emgu computer vision library. The software was designed to run on a dual-core personal computer with Intel Core 5i processors, clock frequency 1.6 GHz, and 4 GB RAM, operating on the Windows operating system.

Experimental Procedures: The experiments focused on evaluating the performance of the developed algorithms in terms of localization time, recognition time, and overall processing time. Localization time was measured as the duration taken to detect and localize the license plate area in the image. Recognition time represented the time taken to generate a string of license plate characters. Total processing time was the sum of localization time and recognition time.

Results. Localization Performance: The experiments demonstrated the effectiveness of the Viola-Jones method for localizing the license plate area in the image. The results showed that the system could accurately detect and localize license plates across various distances from the camera, with localization times ranging from 0.67 to 0.94 seconds.

Recognition Accuracy: The recognition accuracy of the system was evaluated under different conditions, including rotations in the plane, vertically in space, and horizontally in space. The results indicated high recognition rates, with correct recognition percentages ranging from 37% to 100% depending on the angle of rotation. Notably, the system achieved 100% correct recognition when the license plate was not rotated.

Overall Performance: The total processing time of the system ranged from 0.93 to 1.23 seconds, demonstrating efficient performance in real-time applications. Despite variations in distances and rotation angles, the system maintained high recognition accuracy, meeting the requirements of GOST R 50577-93 (group 1, type 1) with an accuracy of at least 85%.

Currently, automatic license plate recognition systems are in demand in a wide variety of areas. For example, they are used in the work of motor transport enterprises, service stations, car parking lots, etc. Such systems make it possible to control the presence of cars in the service area, determine the time for servicing customer cars, the number of free parking spaces, and record the time of stay car in a specific zone, organize automatic entry and exit of cars, etc. In addition, the ability to automatically recognize vehicle license plates is an important aspect of monitoring and ensuring road



safety due to the constantly increasing number of vehicles on the roads.

Automatic license plate recognition systems mean a software or hardware-software complex that implements automatic license plate recognition algorithms for recording events related to the movement of cars, i.e. to automate data entry and subsequent processing [5].

Automatic license plate recognition is based on the following procedures [7]:

- 1) localization;
- 2) normalization;
- 3) segmentation;
- 4) recognition;
- 5) syntactic analysis.

The first procedure is designed to detect and localize the area with the vehicle registration number on the image. Next, the found area is cut out from the original image and examined separately. Normalization consists of bringing the size and orientation of the image with the number obtained in the previous step to the required form. Here geometric transformations, noise reduction, brightness changes and contrast. The segmentation procedure ensures that the image is divided into familiar locations, i.e. highlighting areas of individual characters. The recognition procedure is designed to generate a string of license plate characters. The last procedure (parsing procedure) is performed to determine the elements of the string containing the number characters. These elements may vary according to the standards of the vehicle registration countries. For example, in the Russian Federation, the standard defined by GOST R 50577-93 is used (as amended by orders of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology)1.

Various algorithms are used to localize the license plate area in the image. For the most part, they are based on binarization, contour extraction, and morphological image processing. In this case, it is assumed that the original color image is converted into a halftone form. Image binarization consists of dividing all the pixels of a halftone image by brightness into two classes - object and background. Automatic license plate recognition systems can use both global and local

image binarization methods. However, adaptive approaches are more preferable due to the ability to compensate for the influence of noise on various parts of the image, for example, the distribution of shadows due to illumination inhomogeneity. Along with binarization, edge detection can also be used [1]. To eliminate small details and breaks, morphological image processing methods are often used. As a result of these procedures, connected sequences of binary image points contours are formed. At the final stage of the localization procedure, it is determined which of the resulting contours is the boundary of the license plate area.

Thus, we can propose the following algorithm for localizing the license plate area in the image:

- 1) convert the original color image containing the license plate into a grayscale form;
- 2) perform image processing with gradient operators, for example, Sobel or Prewitt, the result of which is an image whose value of each pixel is equal to the gradient module at the corresponding point of the original image;
- 3) perform adaptive binarization of the image obtained in the previous step;
- 4) perform a morphological closure operation with a rectangle as a structuring element;
- 5) determine the contours in the image;
- 6) identify areas limited by contours;
- 7) select the area whose parameters correspond to the license plate number.

An alternative approach for localizing the license plate area in an image is based on the Viola–Jones method, developed and presented in 2001 by P. Viola and M. Jones [8]. The Viola-Jones method is one of the most famous methods for searching for objects in an image in real time. This approach allows you to find the number area in complex and atypical conditions. The Viola-Jones method is based on the use of a set of Haar characteristics. The Haar sign consists of adjacent rectangular areas that are positioned in the image, then the pixel intensities in the areas are summed, then the difference between the sums is calculated. The region detection stage of the Viola–Jones method uses a window of a certain size that



moves across the image. The Haar sign is calculated for each area of the image over which the window passes. The presence or absence of an object in the window is determined by the difference between the value of the feature and the trained threshold. High accuracy of detection of specified objects in the image is ensured by the cascade classifier.

Approaches based on contour analysis can find numbers of different sizes and at different angles. However, they have several disadvantages:

1) the image of a car may contain many rectangular objects, similar in outline to a license plate;

2) relatively high computational complexity - even on a small image, the detection time can reach several seconds;

3) they are based on the analysis of number boundaries, which is not always possible in real conditions. For example, images of dusty cars may not have clearly defined boundaries.

The approach based on the Viola-Jones method seems to be more effective for localizing the number. The corresponding procedure actually analyzes the desired area for the presence in it of relations, points or gradients characteristic of the number, identified at the training stage using positive and negative examples. At the same time, using some known relationships, you can further improve the search efficiency. For example, the initial value of the scanning window can be set based on the dimensions of the license plate 520x115 mm according to GOST R 50577-93. The disadvantage of this approach is the relatively low degree of invariance to affine and projection distortions of objects in images.

After localizing the image area with the license plate, it is necessary to generate an image containing only the license plate and perform its normalization. In the simplest case, normalization consists of rotating the corresponding rectangular area so that its orientation coincides with the orientation of the axes of the image coordinate system. But, as a rule, you often have to trim the license plate horizontally and vertically. You can also perform filtering to reduce noise or enhance contrast.

As a rule, the selected area with a number is relatively small in size and contains the boundaries of the number, horizontal stripes outlining the bumper and radiator grille. Therefore, to determine the angle of rotation of the number frame, you can apply an algorithm based on the Hough transform for lines [2]. The algorithm is as follows:

1) lines are determined whose length is more than half the width of the number area;

2) a straight line is formed from the average values of all points of the resulting lines;

3) the angle between the resulting straight line and the horizon line is calculated. The next stage of normalization is to find the boundaries of the frame of the no-

license plate number plate. For this purpose, intensity histograms are used horizontally and vertically, respectively. To construct histograms, it is necessary to sum the values of all pixels of a binary image in rows or columns, then select the maximum and filter out all values less than 20% of the maximum.

The next procedure, as mentioned above, consists of identifying familiar places in the image (segmentation). The simplest approach for character segmentation is to use a predefined template [4]. The template can be represented as an image of dark rectangles corresponding to the symbols on a light background, as shown in Fig. 1. The main requirement for effective segmentation here is the correct determination of the license plate frame at the normalization stage, and any deviation from the actual will contribute to the deterioration of the segmentation of license plate symbols dimensions.



Fig. 1. Template for the arrangement of symbols on the vehicle license plate

The next approach is based on constructing a horizontal projection of average intensity [2]. The essence of this approach is that the average intensity in



each column of the number image is calculated and the columns in which the average intensity differs significantly from the threshold value are determined (Fig. 2).



Fig. 2. Histogram of brightness distribution of license plate pixels

Another method is based on contour analysis [6]. After obtaining contours that represent connected sequences of the binary image points, those that are the boundaries of the car number symbol areas are determined. This is achieved by filtering contours that satisfy certain requirements for the relationship of geometric characteristics [2]. An example of the operation of the corresponding algorithm is shown in Fig. 3.



Fig. 3. Result of license plate character segmentation

The method based on the use of templates is very simple to implement and does not require complex operations associated with image analysis to search for characters, but for its operation it is necessary to accurately select the boundaries of the license plate frame, which is not always feasible in real conditions. Histogram analysis of an image is highly sensitive to noise and defects in the image, especially in the spaces between characters. As a result, histograms may not reveal clear peaks in the spaces between symbols. In this method, difficulties may also arise when selecting regional symbols, since under them there are symbols of country affiliation. Segmentation based on contour analysis is less demanding on implementation conditions, since it uses generalized geometric features.

To recognize characters, it is necessary to reduce each of them to a predetermined standard form. Typically, this comes down to scaling and binarizing the characters to achieve the best contrast between the characters and the background. After pre-processing, various recognition methods can be applied to the corresponding selected familiar places. Template matching methods, methods based on moment analysis, and support vector machines are often used [1, 3].

The advantages of template methods are ease of implementation and resistance to defects in the image of characters. The main disadvantage of template methods is the inability to recognize characters that are subject to affine and projection distortions and differ from the templates embedded in the system.

The advantage of using image moments to extract character features is that it is highly resistant to changes in image scale and other geometric transformations. The disadvantage of using them is their high sensitivity to noise and defects in the image, as a result of which characters may be incorrectly classified.

The advantage of the SVM method is that to build a classifier for character recognition, a relatively small training sample size is sufficient. In addition, it has a low error rate. The disadvantage of this method is that the classification process does not take into account the entire data set, but only the part closest to the boundary separating the classes. The support vector machine seems to be the most effective for recognizing license plate characters.

The drawn conclusions on the effectiveness of the implementation of each of the procedures were confirmed as a result of experiments with the developed software. The experiments were carried out on a dual-core personal computer with Intel Core i5 processors, clock frequency 1.6 GHz, 4 GB RAM, running the Windows operating system. The software is developed in C# language using the Emgu computer vision library. The results of the experiments are given in table. 1–4. In table Figures 2–3 show the results of the analysis of images of license plates obtained by rotating the image plane relative to the camera (Fig. 4).



Table 1. Recognition time depending on the distance to the object

Distance to object, m	Localization time, s	Recognition time, s	Total processing time, s
1	0,67	0,26	0,93
2	0,69	0,28	0,97
3	0,84	0,29	1,13
4	0,94	0,29	1,23
5	0,81	0,32	1,13
6	0,89	0,31	1,20
7	0,85	0,29	1,14
8	0,91	0,29	1,20
9	0,79	0,31	1,10
10	0,85	0,31	1,16

Table 2. License plate recognition when turning in plane

Angle of rotation	-25	-20	-15	-10	0	10	15	20	25
Percentage of correct recognition	50	82	95	100	100	98	96	79	37

Table 3. License plate recognition when rotated vertically in space

Angle of rotation	-70	-60	-40	-20	0	20	40	60	70
Percentage of correct recognition	53	87	98	98	100	97	98	90	52

Table 4. License plate recognition when rotating horizontally in space

Angle of rotation	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40
Percentage of correct recognition	63	95	98	100	100	100	99	92	57

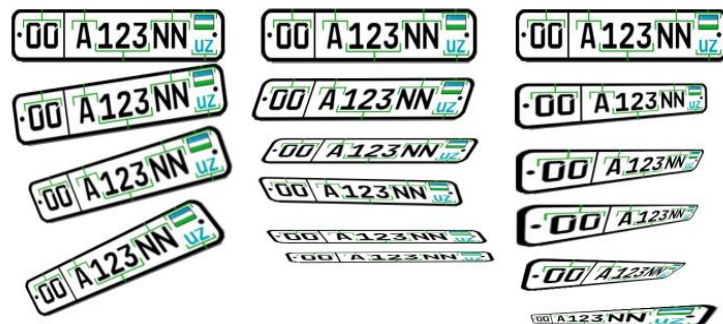


Fig. 4. Rotations of the image plane on the plane (left), in space vertically (center), in space horizontally (right)

Thus, an effective automatic license plate recognition system can be built based on the Viola-Jones method for localizing the license plate area in the image, Hough methods and pixel brightness histogram analysis for normalization, contour analysis for segmentation and the SVM method for character recognition.

The developed algorithms made it possible to ensure the recognition of license plates that comply with GOST R 50577-93 (group 1, type 1) with an accuracy of at least 85% at various rotation angles.

Conclusion. The study concluded that the developed automatic license plate recognition system, based on the Viola-Jones method for localization, Hough methods and pixel brightness histogram analysis for normalization, contour analysis for segmentation, and the SVM method for character recognition, was effective in accurately recognizing license plates under various conditions. The system's performance met the standards specified by GOST R 50577-93, making it suitable for practical applications in areas such as motor transport enterprises, service stations, and car parking lots.

References

- Gonzalez R., Woods R. Digital Image processing. 3rd ed. New Jersey, Prentice Hall, 2008 (Russ. ed.: Tsifrovaya obrabotka izobrazhenii. 3-e izd., ispr. i dop. Moscow, Tekhnosfera Publ., 2012, 1104 p.).
- Elizarov A.I., Apanasenko A.V. *Metodika postroeniya sistem raspoznavaniya*



- avtomobil'no- go nomera* [Method of construction of systems of recognition of license plate]. *Metodika postroeniya sistem raspoznavaniya avtomobil'nogo nomera* [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University], 2006, vol. 309, no. 8, pp. 118–122.
3. Kirpichnikov A.P., Lyasheva S.A., Obukhov A.V., Shleymovich M.P. *Avtomaticeskoe raspoznavanie avtomobil'nykh nomerov* [Automatic license plate recognition]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Herald of Kazan Technological University], 2015, vol. 18, no. 4, pp. 218–222.
 4. Murygin K.V. *Normalizatsiya izobrazheniya avtomobil'nogo nomera i segmentatsiya simvolov dlya posleduyushchego raspoznavaniya* [Normalization of the Image of a Car Plate and Segmentation of Symbols for the Subsequent Recognition]. *Iskusstvennyi intellekt* [Artificial intelligence], 2010, no. 3, pp. 364–369.
 5. R.Zulunov, S.Xadjyev. Staff Incentives Based on Kpi Principles. *Periodica Journal of Modern Philosophy, Social Sciences and Humanities*. 2023. – Т. 17. – p. 101-105.
 6. Р.Зулунов, М.Махмудова. Технологии Искусственного Интеллекта и Нейрокибернетики. *Periodica Journal of Modern Philosophy, Social Sciences and Humanities*, 2023, Т.17, с. 90–93.
 7. Р.Зулунов, А.Абдукодиров. Этические и правовые аспекты внедрения искусственного интеллекта. *Research and implementation*, 2023, 1/6, с. 14-20.
 8. R.Zulunov. *Sun'iy intellektni axloqiy va huquqiy muammolari*. *Journal of technical research and development*. 2023, 1/1, с. 120-124.
 9. Р.Зулунов, Д.Ирматова. Использование технологий искусственного интеллекта. *Журнал интегрированного образования и исследований*. 2022, 1/6, с. 53-56.
 10. Р. Зулунов, А.Горовик. Внедрение технологий искусственного интеллекта, нравственные и правовые нормы. *Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions"*, 2023.
 11. Абдулхамидов, А. (2023). СВЁРТОЧНАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ХЛОПКА ПО СТЕПЕНИ РАСКРЫТИЯ. *Engineering problems and innovations*, 1(3), 23-34.
 12. Азизжон А. и Эркин У. (сентябрь 2022 г.). Выбор камеры для распознавания хлопка-сырца и анализа его основных параметров. В 2022 году Международная конференция по информационным наукам и коммуникационным технологиям (ICISCT) (стр. 1-4). IEEE.
 13. Abdulkhamidov, A. A. (2021). PROSPECTS FOR TELECOMMUNICATIONS SERVICES IN UZBEKISTAN. In *СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ НАУК* (pp. 183-187).
 14. Абдулхамидов, А.А. (2021). К ВОПРОСУ ОБ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЯХ К ДАТЧИКАМ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ.



Tibbiy tasvirlar ichida alohida qiziqish hududlarini (Region of interest–ROI) avtomatik aniqlash va izolyatsiya qilish

Asrayev Muhammadmullo Abdullajon o'g'li,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali katta o'qituvchisi
asrayevmuhammaddullo@gmail.com

Fayziyev Voxid Orzumurod o'g'li,
Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universitetining
Jizzax filiali tayanch doktoranti

Turakulova Shaxnoza Abdurshidovna,
TMC instituti "Amaliy matematika va informatika" kafedrasini
o'qituvchisi

Ermatova Zarina Qaxramonovna,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali assistent o'qituvchisi
ermatovazarinabonu@gmail.com

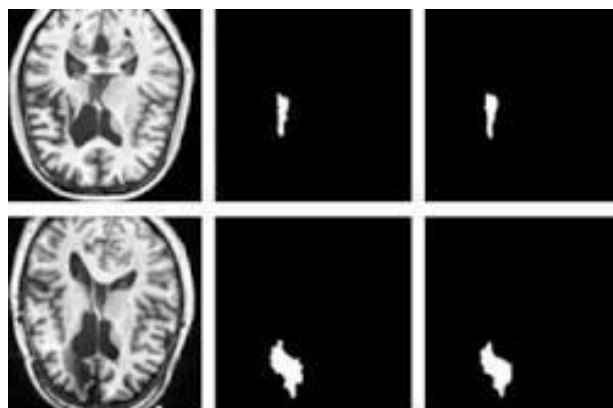
Annotatsiya: Tibbiy tasvirni segmentlash sog'liqni saqlash sohasida qaror qabul qilishning aniqligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Bu tibbiy tasvirlarda turli xil tuzilmalar yoki qiziqish hududlari (regions of interest - ROI) identifikatsiyasi va segmentatsiyasini o'z ichiga oladi. Qiziqish hududlarini aniqlash, turli xil kasalliklarini diagnostikasi, davolashni rejalashtirish va monitoringida muhim ahamiyatga ega. Ushbu maqolada tibbiy tasvirlarda identifikatsiya aniqligining muhimligi, shuningdek aniqlikka erishish algoritmlarining o'rni taqdim qilinadi.

Kalit so'zlar: Tibbiy tasvir segmentatsiyasi, Qiziqish hududini (ROI) aniqlash, Avtomatik aniqlash, Tasvirni tahlil qilish, Tasvirga ishlov berish, Kompyuter ko'rish, Mashinani o'rganish, Chuqur o'rganish.

Kirish. Tibbiy tasvir segmentatsiyasiga qiziqish hududlari (ROI) ma'lum bir tibbiy tashxis yoki davolanish uchun eng muhim ma'lumotlarni o'z ichiga olgan tasvirning o'ziga xos qismlaridir. Bu joylar tasvir turiga va klinik kontekstga qarab katta farq qilishi mumkin.

Tibbiy tasvirni segmentlashda eng keng tarqalgan ROI turlaridan ba'zilari:

- **Lezyonlar:** Bu o'smalar, kistlar yoki yoriqlar kabi kasallikning mavjudligini ko'rsatishi mumkin bo'lgan noodatiy to'qimalar hududlari hisoblanadi. Zararlarni to'g'ri segmentlash saraton tashxisi, davolashni rejalashtirish va jarrohlik yo'riqnomasi uchun juda muhimdir.

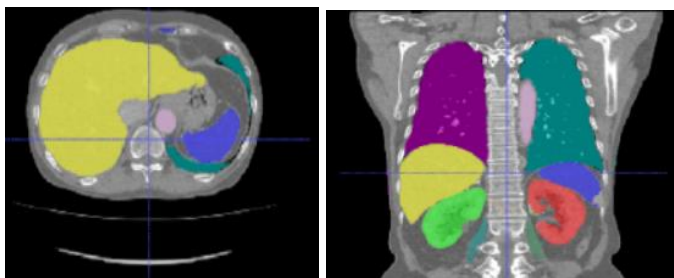


1-rasm. Lezyon segmentlashdan olingan tasvirga misol.

Organlar: Segmentli organlar ularni o'lchash, tahlil qilish va vizualizatsiya qilish imkonini beradi. Bu organlar faoliyatini kuzatish, kasallikning



rivojlanishini baholash va operatsiyalarni rejalashtirish uchun foydali bo'lishi mumkin.



2-rasm. Organlarni segmentlashga oid misol.

To'qimalar: Tasvirdagi turli to'qimalar turlarini farqlash turli xil kassalik turlari uchun juda muhim bo'lishi mumkin, masalan, MRT tekshiruvlarida miyaning o'ziga xos hududlarini aniqlash yoki biopsiyada sog'lom va saraton to'qimalarini farqlash imkonini beradi.

Qon tomirlari: qon tomirlarining aniq segmentatsiyasi yurak-qon tomir kasalliklari diagnostikasi va davolashni rejalashtirish uchun zarur, masalan, stentlash jarayonlarini rejalashtirish uchun juda muhim hisoblanadi.

ROI larni aniq identifikatsiyalash va segmentlash turli tibbiy ilovalar uchun juda muhimdir, jumladan:

- **Yaxshilangan tibbiy diagnostika:** Muayyan tuzilmalarni ajratish va tahlil qilish orqali segmentlash normal bo'lmagan holatlarni aniqlashga va aniqroq tashxis qo'yishga yordam beradi.
- **Davolashni rejalashtirish:** ROI ning aniq segmentatsiyasi radiatsiya terapiyasi yoki jarrohlik kabi yanada maqsadli va samarali davolash yondashuvlariga imkon beradi.
- **Jarrohlik bo'yicha qo'llanma:** Segmentli tasvirlar jarrohlarga minimal invaziv muolajalar paytida yo'l-yo'riq berish, aniqlikni oshirish va asratlarni kamaytirish uchun ishlatilishi mumkin.

Segmentatsiya tibbiy tadqiqotlarda o'ziga xos tuzilmalar va to'qimalarning miqdorini aniqlash imkonini berib, yangi diagnostika va davolash strategiyalarini ishlab chiqishda muhim rol o'ynaydi.

Qiziqish hududini (ROI) aniqlashni identifikatsiyalash tibbiy tasvirlarni tahlil qilishda muhim ahamiyatga ega, chunki u sog'liqni saqlash sohasi mutaxassislariga rasmdagi muayyan sohalarini aniq tahlil qilish imkonini beradi. Bu jarayon organlar va to'qimalarda o'smalar, shikastlanishlar yoki anomaliyalar kabi anormalliklarni aniqlash va tavsiflashda yordam beradi. qiziqish hududini aniqlashni aniqlash va segmentlash qobiliyati diagnostika, davolashni rejalashtirish va bemorning keyingi natijalarining aniqligini yaxshilaydi. Tibbiy tasvirlardan mazmunli ma'lumotlarni olish uchun tasvirni tahlil qilish va qayta ishlash usullari qo'llaniladi. Ushbu tasvirlar tarkibidagi katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash, tahlil qilish va sharhlash uchun kompyuter algoritmlari qo'llaniladi. Ushbu texnikalar keng ko'lamlil metodologiyalarni o'z ichiga oladi, jumladan tasvirni yaxshilash, shovqinni kamaytirish, xususiyatlarni ajratib olish va segmentatsiya. Ushbu usullarni qo'llash orqali sog'liqni saqlash mutaxassislari tibbiy tasvirlardagi qiziqish hududini aniqlashlarni samarali aniqlashlari va belgilashlari mumkin.

Metodologiya. Kompyuterli ko'rish (computer vision) va Mashinani o'qitish (machine learning) usullari tibbiy tasvirni segmentlash va qiziqish hududini (ROI) aniqlashni soha rivojlanishida muhim qadam hisoblanadi. Kompyuterli ko'rish algoritmlari kompyuterlarga raqamli tasvirlardan ma'lumotlarni ajratib olish va talqin qilish imkonini beradi, bu esa insonning vizual idrokiga taqlid qiladi.

Global segmentatsiyalash algoritmi bo'lib, uning asosiy g'oyasi mintaqani shakllantirish uchun piksellarning o'xshash xususiyatlariga ega bo'lishi muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Usul birinchi navbatda piksellarni tanlashni va piksel atrofidagi o'xshash piksellarni joylashgan hududga birlashtirish orqali segmentatsiyalaydi.

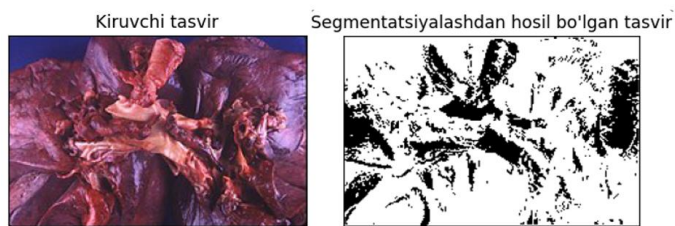
$$S(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{agar } I(x, y) > T \\ 0, & \text{aks xolda} \end{cases} \quad (1)$$

Bu yerda $S(x, y)$ piksel segmentiga (1) tegishli yoki yo'qligini (0) ko'rsatadigan ikkilik segmentatsiya formulasi.



$I(x, y)$ asl tasvirdagi (x, y) koordinatalarda pikselning intensivlik qiymati.

T-chegara qiymati hisoblanadi.



3-rasm. Global bo'sag'aga asoslangan segmentatsiyalash usulidan olingan natija.

Chegaraga asoslangan segmentatsiyaning birinchi bosqichi tasvirning gradientini hisoblashni o'z ichiga oladi. Gradient har bir pikselda intensivlikning o'zgarish tezligini ifodalaydi.

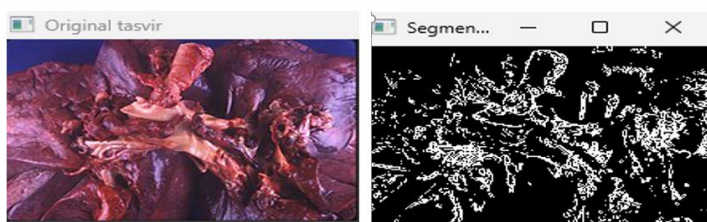
$$G = \sqrt{(G_x)^2 + (G_y)^2} \quad (2)$$

Bu yerda G_x va G_y tasvir intensivligining x va y yo'nalishlariga nisbatan qisman hosilalaridir.

Gradient yo'nalishi (i) har bir pikselda chekka aniqlash uchun ham muhimdir. Bu qirralarning yo'nalishini aniqlashga yordam beradi.

$$i = \arctan\left(\frac{G_x}{G_y}\right) \quad (3) \quad \text{Gradient yo'nalishi uchun}$$

formula



4-rasm. Edge-Based tasvirlarni segmentatsiyalash usulida olingan tasvir.

Mashinali o'qitish algoritmlari kompyuterlarga tajriba orqali o'rganish va ish faoliyatini yaxshilash imkonini beradi. Tibbiy tasvirni segmentlashning ananaviy usullari asosan radiologlar yoki boshqa tibbiyot mutaxassislarining qo'lda aralashuviga tayangan. Ushbu usullar ko'p vaqt talab qiladigan va kuzatuvchilar o'rtasidagi va ichki o'zgaruvchanlikka moyil bo'lib, nomuvofiq natijalarga olib keldi. Avtomatik tibbiy tasvirlarni segmentlash usullari

paydo bo'lishi bilan jarayon tezroq, aniqroq va inson tajribasiga kamroq bog'liq bo'ldi. Segmentlash algoritmlari ko'plab etiketli tibbiy tasvirlardan o'rganish va qiziqish hududini avtomatik ravishda aniqlash va segmentlash uchun kompyuterni ko'rish, mashinali o'qitish va chuqur o'qitish usullaridan foydalanadi.

Tibbiy tasvirni segmentlash uchun chuqur o'rganish algoritmlari

Tasvirni tahlil qilish va qayta ishlash tibbiy tasvirning ajralmas qismi bo'lib, tibbiy tasvirlardan qimmatli ma'lumotlarni olish imkonini beradi. Tasvirni tahlil qilish usullari shovqinni kamaytirish, kontrastni yaxshilash va tasvirni ro'yxatga olish kabi tibbiy tasvirlarning sifati va izchilligini yaxshilaydigan dastlabki ishlov berish bosqichlarini o'z ichiga oladi. Ulardan Global bo'sag'aga asoslangan usul, Edge-Based, Watershed Algoritmli segmentatsiya, Grafikga asoslangan segmentatsiya, Markov tasodifiy maydonlari, Chuqur o'rganishga asoslangan segmentatsiya, Mean-Shift Algoritmli, Fuzzy C-Means, Ko'p o'lchamli segmentatsiya usullarni keltirish mumkin. Ushbu tasvirni segmentlash va qayta ishlash algoritmlarining barchasi Qiziqish hududini (ROI) aniqlash uchun juda muhim va klassik tibbiy tasvir segmentatsiyasining asosini tashkil qiladi. Tasvirni tahlil qilish qiziqish hududini aniqlash va tavsiflashga yordam beradigan filtrlash, qirralarni aniqlash va xususiyatlarni ajratib olish kabi usullarni o'z ichiga oladi. tasvirni qayta ishlash texnikasi tibbiy tasvirlar sifatini oshirish, shovqinni kamaytirish va kontrastni yaxshilashga qaratilgan. Ushbu usullar tibbiy tasvirni avtomatik segmentlash bilan birgalikda sog'liqni saqlashni o'zgartirishda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Mashinani o'rganishning kichik to'plami bo'lgan chuqur o'rganish algoritmlari tibbiy tasvirlarni segmentlashda juda mashhur bo'ldi. Ushbu algoritmlar tibbiy tasvirlardan xususiyatlarni avtomatik ravishda o'rganish va ajratib olish uchun sun'iy neyron tarmoqlardan foydalanadi. Konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN) tibbiy tasvirlar ichida qiziqish hududini aniqlashni aniqlash va segmentlashda ayniqsa samaralidir. Chuqur o'rganish algoritmlarining katta hajmdagi ma'lumotlardan o'rganish qobiliyati



ularning qiziqish hududini aniqlash aniqlashda aniqligi va aniqligini oshiradi.

Tasvirlarni segmentlashda modallikka xos algoritmlar

Tibbiy ko'rish rentgen, KT, MRT, PET va ultratovush kabi turli usullarni o'z ichiga oladi. Har bir modallik qiziqish hududini aniqlash aniqlash uchun ixtisoslashtirilgan algoritmlarni talab qiladi, chunki tasvir xususiyatlari va olish texnikasi farqlanadi. Modallikka xos algoritmlar har bir tasvirlash usulida qiziqish hududini aniqlash identifikatsiyasini optimallashtirish, aniq tashxis va davolashni rejalashtirishni ta'minlash uchun mo'ljallangan. Modalga xos algoritmlarga qo'shimcha ravishda, turli organlar, to'qimalar, shikastlanishlar va o'smalar ichidagi qiziqish hududini aniqlashlarni aniqlash uchun anatomiyaga xos algoritmlar qo'llaniladi. Ushbu algoritmlar o'ziga xos anatomik tuzilmalarning o'ziga xos xususiyatlari va shakllarini hisobga oladi, bu esa qiziqish hududini aniqlashni aniq aniqlash imkonini beradi. Anatomiyaga xos algoritmlarni qo'llash orqali sog'liqni saqlash mutaxassisleri samarali diagnostika va davolashda yordam beradigan muayyan hududlar haqida batafsil ma'lumotga ega bo'lishlari mumkin.

Ahamiyatga ega naqsh hududlarini aniqlash algoritmlarini o'rganish metodologiyasiga qarab har xil turlarga bo'lish mumkin. Nazorat ostidagi o'rganish algoritmlari tibbiy tasvirlardagi turli qiziqish hududini aniqlashlarni o'rganish va tasniflash uchun etiketli o'quv ma'lumotlarini talab qiladi. Boshqa tomondan, nazoratsiz o'rganish algoritmlari naqshlarni aniqlaydi va etiketli ma'lumotlarga ehtiyoj sezmasdan o'xshash qiziqish hududini aniqlashlarni guruhlaydi. Boshqa algoritmlar turlariga xususiyatlarni ajratib olishda ustun bo'lgan CNN, intensivlik qiymatlari asosida qiziqish hududini aniqlashni ajratuvchi chegara algoritmlari va o'xshash piksellarni birga guruhlaydigan klasterlash algoritmlari kiradi.

Qiziqish hududini aniqlash algoritmlarining samaradorligini baholash uchun turli xil ishlash ko'rsatkichlari qo'llaniladi. Algoritmning ishlashini o'lchash uchun odatda aniqlik, aniqlik, eslab qolish, sezgirlik va o'ziga xoslik qo'llaniladi. Aniqlik qiziqish hududini aniqlashni aniqlashning umumiy to'g'riligini

aniqlaydi, aniqlik va eslab qolish algoritmnining tegishli ravishda qiziqish hududini aniqlashni to'g'ri aniqlash va chiqarib tashlash qobiliyatini baholaydi. Sezuvchanlik algoritmnining haqiqiy pozitivlarni aniqlash qobiliyatini o'lchaydi, o'ziga xoslik esa haqiqiy salbiylarni istisno qilish qobiliyatini belgilaydi.

Natijalar. Tibbiy tasvirni segmentlash va qiziqish hududi(ROI)ni aniqlashdagi yutuqlarga qaramay, bir qator muammolar saqlanib qolmoqda. Tasvir sifati, shovqin, anatomik murakkablik va bemorlar o'rtasidagi o'zgaruvchanlik aniq qiziqish hududini aniqlash identifikatsiyasiga erishish uchun katta qiyinchiliklar tug'diradi.

Solishtirma tahlil

Algoritm	Turi	Afzalliklar	Kamchiliklari
Global bo'sag'aga asoslangan segmentatsiyalash usuli	Intensivlikka asoslangan	Oddiy va hisoblashda samarali	Shovqinga sezgir
		To'g'ridan-to'g'ri amalga oshirish	- Qo'lda chegara tanlashni talab qilishi mumkin
		Ikkilik segmentatsiya uchun samarali	
Mean-Shift	Klasterlash	Klasterlar sonini ko'rsatish shart emas	- Katta ma'lumotlar to'plami uchun hisoblash intensivligi
		Noto'g'ri shakllig klasterlarga yaxshi moslashadi	Yadro tarmoqli kengligi tanloviga sezgir

1-jadval. Global bo'sag'aga asoslangan segmentatsiyalash usuli va Mean-Shift usullarining solishtirma tahlili

Aniqlikni oshirishning kelajakdagi yo'nalishlari tasvir sifatidagi o'zgarishlarni bartaraf eta oladigan yanada mustahkam algoritmlarni ishlab



chiqish, ko'p modali tasvirlash usullarini birlashtirish va kattaroq va turli xil o'quv ma'lumotlar to'plamlaridan foydalanishni o'z ichiga oladi. Texnologiyaning rivojlanishi bilan biz avtomatik segmentatsiya algoritmlarining aniqligi, samaradorligi va qo'llanilishining yanada yaxshilanishini kutishimiz mumkin. Magnit-rezonans tomografiya (MRT), pozitron emissiya tomografiyasi (PET) va ultratovush kabi boshqa tibbiy tasvirlash usullari bilan integratsiya avtomatik segmentatsiya ko'lamini kengaytiradi va ko'p modal tahlilni amalga oshiradi. Segmentatsiyaning sun'iy intellekt va katta ma'lumotlar tahlili bilan kombinatsiyasi shaxsiylashtirilgan tibbiyot va aniq sog'liqni saqlash uchun ulkan imkoniyatlarga ega.

Xulosa. Tibbiy tasvirlarni segmentlash ko'plab tibbiy masalalarni yechishga yordam beradi va sog'liqni saqlash sohalaridagi bir qancha yo'nalishdagi muammolarni hal qilishda muhim ahamiyat kasb etadi. Birinchidan, bu inson omili bog'liqligini kamaytiradi, sog'liqni saqlash xodimlarining vaqt va kuchini tejaydi. Bu ularga diagnostika, davolashni rejalashtirish va bemorni davolash uchun aniq tashxislash imkonini beradi. Segmentatsiya usullari izchil va takrorlanadigan natijalarni beradi, bu esa bo'ylama tadqiqotlar va vaqt o'tishi bilan bemor ma'lumotlarini taqqoslash uchun juda muhimdir. Tibbiy tasvir segmentatsiyasining ba'zi o'ziga xos kasallik o'smalarni aniqlash va monitoringini, miya tasvirini tahlil qilishni, yurak-qon tomir tasvirini va mushak-skelet tizimini tahlil qilishni o'z ichiga oladi

Foydalanilgan adabiyotlari

1. Yanhui Guo, Amira S. Ashour. "11 - Neutrosophic sets in dermoscopic medical image segmentation". Neutrosophic Set in Medical Image Analysis 2019, Pages 229-243
2. Jin, S., Yu, S., Peng, J. et al. A novel medical image segmentation approach by using multi-branch segmentation network based on local and global information synchronous learning. Sci Rep 13, 6762 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33357-y>

3. Kong Z, Li T, Luo J, Xu S. Automatic Tissue Image Segmentation Based on Image Processing and Deep Learning. J Healthc Eng. 2019 Jan 31;2019:2912458. doi: 10.1155/2019/2912458. PMID: 30838122; PMCID: PMC6374831.
4. Sharma N, Aggarwal LM. Automated medical image segmentation techniques. J Med Phys. 2010 Jan;35(1):3-14. doi: 10.4103/0971-6203.58777. PMID: 20177565; PMCID: PMC2825001.
5. Li, Mengfang, and Yanzhou Zhang. "Medical image analysis using deep learning algorithms." Frontiers in Public Health 11 (2023): 1273253.
6. Viguera-Guillén, Juan P., et al. "Automatic detection of the region of interest in corneal endothelium images using dense convolutional neural networks." Medical Imaging 2019: Image Processing. Vol. 10949. SPIE, 2019.



BIMETALLIC CLUSTERS AND AREAS OF THEIR APPLICATION

Rasulov Akbarali Makhamatovich,

Doctor of physical and mathematical sciences, professor, professor
of the "Information technologies" department of Fergana branch of
TUIT

Ibrokhimov Nodirbek Ikromjonovich,

Doctor of philosophy (PhD) in physical and mathematical sciences,
associate professor, head of the "Information Security" department
of Fergana branch of TUIT

Minamatov Yusupali Esonali ugli,

Researcher, Trainee-researcher of Fergana Polytechnic Institute

Mukhtarov Farrukh Muhammadovich,

Doctor of philosophy (PhD) in technical sciences, associate
professor, director of Fergana branch of TUIT

Abstract: Bimetallic clusters, composed of atoms from two different metals, have emerged as a fascinating class of nanomaterials with diverse applications across various scientific and technological domains. This article provides an overview of the unique properties of bimetallic clusters and explores their applications in key areas.

Keywords: bimetallic clusters, nanomaterials, catalysis, sustainable energy, atoms, nanoelectronics.

Introduction. Bimetallic clusters are unique structures consisting of atoms of two different metals combined into a single cluster. These nanoscale objects have unique physicochemical properties that make them interesting research objects, promising materials for various fields of science and technology.

A cluster is a group of computers, servers or processors united by high-speed communication channels, representing a single hardware resource from the user's point of view. A cluster is a loosely coupled collection of several computing systems that work together to run common applications and appear to the user as a single system.

A monocrystal is a single crystal that has a continuous crystal lattice (as opposed to a polycrystal, a body of intergrown crystals). Single crystals are characterized by anisotropy of physical properties.

One of the key aspects of bimetallic clusters is their structure. Combining atoms of different metals into a single cluster can lead to the formation of specific configurations that are caused by electronic,

crystalline and magnetic interactions between the components. These features can significantly influence the properties of bimetallic clusters, making them unique compared to monometallic clusters.

One of the important aspects of the application of bimetallic clusters is their use in catalysis. These nanostructures have a high surface area and unique active sites, making them effective catalysts for various chemical reactions. For example, bimetallic clusters can be used to improve the efficiency of electrocatalysis in fuel cells or hydrogen production devices.

Another promising area of application for bimetallic clusters is medical diagnostics and therapy. Their unique properties, such as plasmonic resonances, can be used to enhance images in medical techniques such as tomography or photodynamic therapy.

In the field of nanoelectronics, bimetallic clusters also promise new opportunities. Their electronic properties can be tuned by controlling their composition and structure, opening the prospect of



creating new types of nanoelectronic devices with improved performance.

Methodology. A lot of scientific research on bimetallic clusters has been conducted and is still ongoing. The main thing is that it has its place in the relevant parts of technology and scientific development.

Richard D. Adams and Captain Bourgeois provided a brief history of the main discoveries in the field of bimetallic cluster complexes and their structure in the course of their research. In addition, a review of recent studies of platinum-ruthenium cluster complexes has explored related processes discussing the application of these complexes in the field of homogeneous hydrogenation catalysis of alkynes[1].

Shang-Fu Yuan, Zong-Jie Guan, and Quan-Ming Wang, determining the actual active species of cluster catalysis is complex, and obtaining direct structural evidence is a costly and difficult process. As a result of studying the processes of the nanocluster depending on the Ag (I) Cu (I) bimetallic cluster combination, it was observed that the work modulates the catalytic performance of the metal nanoclusters by the correct regulation of the oxidation state of their metal atoms[2].

Hongbo Liu, Eliceo Sosa Hernandez's research is dedicated to the study of their structures, which is the starting point for understanding bimetallic clusters. Usually the most stable structure: cuboctahedron, decahedron, icosahedron and Marx decahedron, etc. According to the elemental distribution in bimetallic clusters, they are divided into solid solution type, core/shell, eutectic, etc. The most stable structure of a bimetallic cluster depends on the interatomic interaction potential, especially the alloying interaction, the radius of the metal atom or its nearest neighbor distance in a stable mass crystal, temperature, the concentration of each component, and the size of the clusters. makes a secret[3].

Bimetallic clusters, composed of atoms of two different metals, exhibit unique properties that make them valuable in various applications. Here is a list of bimetallic clusters and some of their prominent application areas:

1. **Platinum-Gold (Pt-Au) Clusters:**
 - **Catalysis:** Pt-Au clusters are widely used as catalysts for various chemical reactions, including oxidation and hydrogenation processes.
 - **Electrocatalysis:** Applied in fuel cells and other electrochemical devices to enhance catalytic performance.
2. **Silver-Gold (Ag-Au) Clusters:**
 - **Biomedical Imaging:** Ag-Au clusters show potential in imaging applications for diagnostics and therapeutics in medicine.
 - **Catalysis:** Used in catalytic reactions due to their unique electronic and surface properties.
3. **Copper-Silver (Cu-Ag) Clusters:**
 - **Antimicrobial Coatings:** Cu-Ag clusters are employed in antimicrobial coatings for various surfaces, reducing the growth of bacteria and other microorganisms.
 - **Catalysis:** Applied in catalytic reactions due to their synergistic effects on reaction pathways.
4. **Gold-Palladium (Au-Pd) Clusters:**
 - **Catalysis:** Utilized in heterogeneous catalysis for coupling reactions and hydrogenation processes.
 - **Sensing:** Applied in sensors for detecting gases and biomolecules.
5. **Platinum-Nickel (Pt-Ni) Clusters:**
 - **Hydrogen Evolution Reaction (HER):** Used in electrocatalysis for HER in fuel cells and water-splitting applications.
 - **Electrochemical Devices:** Pt-Ni clusters find applications in energy storage devices.
6. **Gold-Copper (Au-Cu) Clusters:**
 - **Catalysis:** Applied in selective oxidation reactions and other catalytic processes.



- Electronics: Used in nanoelectronics due to their unique electronic properties.
7. Palladium-Silver (Pd-Ag) Clusters:
- Catalysis: Employed in various catalytic reactions, such as Suzuki-Miyaura coupling reactions.
 - Gas Sensing: Applied in gas sensors for detecting volatile organic compounds.
8. Rhodium-Iridium (Rh-Ir) Clusters:
- Catalysis: Used in selective hydrogenation reactions and other catalytic processes.
 - Automotive Catalytic Converters: Rh-Ir clusters are crucial components in catalytic converters for reducing emissions in vehicles.
9. Gold-Cobalt (Au-Co) Clusters:
- Catalysis: Employed in catalytic reactions, including selective oxidation reactions.
 - Magnetic Properties: Au-Co clusters exhibit interesting magnetic properties, making them valuable in nanomagnetic applications.
10. Silver-Palladium (Ag-Pd) Clusters:
- Catalysis: Applied in selective hydrogenation reactions and other catalytic transformations.
 - Electrochemical Sensors: Used in the development of sensors for detecting various analytes.

The versatility of bimetallic clusters in terms of composition and structure makes them versatile materials with applications spanning catalysis, biomedical sciences, nanoelectronics, and environmental technologies. Ongoing research in nanoscience and nanotechnology continues to uncover new possibilities for these unique structures in various fields[4-6].

We also know that the most useful devices developed on the basis of bimetallic clusters have been found useful, which include:

Catalytic converters in cars: Bimetallic catalysts, often containing platinum and palladium, are an important component of catalytic converters. They help reduce emissions of harmful gases such as nitrogen oxides, carbon monoxide and hydrocarbons from internal combustion engines.

Fuel cells: Fuel cells use bimetallic catalysts such as platinum-gold (Pt-Au) or platinum-nickel (Pt-Ni) clusters. These clusters fuel electrocatalytic reactions involved in converting chemical energy (such as hydrogen and oxygen) into electrical energy.

Sensors for gas detection: Bimetallic clusters such as palladium-silver (Pd-Ag) or gold-copper (Au-Cu) clusters are used in gas sensors to detect various gases, including volatile organic compounds. Their unique properties make them suitable for sensing applications with high sensitivity and selectivity.

Biomedical imaging tools: Bimetallic clusters such as silver-gold (Ag-Au) or gold-cobalt (Au-Co) have been explored for applications in biomedical imaging. These clusters can serve as contrast agents in imaging techniques contributing to advances in medical diagnostics and therapeutics.

Hydrogen evolution reaction (HER) catalysts: Bimetallic clusters, particularly platinum-nickel (Pt-Ni) or gold-palladium (Au-Pd) clusters, are used as catalysts in the hydrogen evolution reaction. These clusters increase the efficiency of the water separation processes necessary for the development of sustainable energy systems.

Nanoelectronic devices: Bimetallic clusters such as gold-copper (Au-Cu) or gold-palladium (Au-Pd) are used in nanoelectronics due to their unique electronic properties. They play a role in the development of new electronic devices with improved performance and functionality.

Antimicrobial Coatings: Bimetallic clusters such as copper-silver (Cu-Ag) find applications in antimicrobial coatings. These coatings can be applied to various surfaces to inhibit the growth of bacteria and other microorganisms, contribute to hygiene and prevent the spread of infections.

Catalysts for selective oxidation reactions: Bimetallic clusters such as gold-copper (Au-Cu) or



silver-palladium (Ag-Pd) are used in selective oxidation reactions. These catalysts are used in the production of fine chemicals and pharmaceuticals.

These devices demonstrate the versatility of bimetallic clusters in fields ranging from environmental protection and power generation to health and electronics. Ongoing research and development in nanotechnology and materials science may lead to further innovations and applications of bimetallic clusters in various technologies.

Conclusion. In conclusion, the exploration of bimetallic clusters and their diverse applications signifies a significant stride in the realm of nanoscience and materials engineering. These nanoscale entities, composed of two distinct metals, showcase remarkable properties that have led to the creation of a plethora of innovative devices with applications spanning various fields.

The catalytic potential of bimetallic clusters has been harnessed in the development of crucial technologies, from catalytic converters in automobiles that mitigate environmental impact to fuel cells that offer cleaner energy solutions. In biomedical sciences, these clusters serve as imaging agents, contributing to advancements in medical diagnostics and therapeutic interventions. Their deployment in gas sensors enhances our ability to detect and monitor environmental pollutants, furthering efforts in environmental protection.

In essence, bimetallic clusters stand as multifaceted building blocks with transformative potential, opening new frontiers in technology and science. The journey of exploration into the world of bimetallic clusters holds promise for future breakthroughs, with the potential to reshape industries, address global challenges, and enhance our understanding of materials at the nanoscale. As we move forward, the applications of bimetallic clusters are poised to play a vital role in shaping a more sustainable, technologically advanced, and interconnected world.

References

1. Richard D. Adams, Burjor Captain, Bimetallic cluster complexes: synthesis, structures and applications to catalysis, *Journal of Organometallic Chemistry*, Volume 689, Issue 24, 2004, Pages 4521-4529, ISSN 0022-328X, <https://doi.org/10.1016/j.jorganchem.2004.08.001>.
2. Shang-Fu Yuan, Zong-Jie Guan, and Quan-Ming Wang *Journal of the American Chemical Society* 2022 144 (25), 11405-11412 DOI: 10.1021/jacs.2c04156
3. Liu H, Hernandez ES. Structure and stability of nanoscale bimetallic clusters. *J Nanosci Nanotechnol.* 2014 Feb;14(2):1533-48. doi: 10.1166/jnn.2014.9133. PMID: 24749440.
4. Sinfelt, J. H. (1987). Structure of bimetallic clusters. *ACCOUNTS of chemical research*, 20(4), 134-139.
5. Alexeev, O. S., & Gates, B. C. (2002). Supported bimetallic cluster catalysts. *Industrial & engineering chemistry research*, 42(8), 1571-1587.
6. Yuan, X., Dou, X., Zheng, K., & Xie, J. (2015). Recent advances in the synthesis and applications of ultrasmall bimetallic nanoclusters. *Particle & Particle Systems Characterization*, 32(6), 613-629.
7. K.I. Jabborov, A.N. Ulukmuradov, I.D. Yadgarov, N.I. Ibrokhimov. Effect of hydrogenation of carbon atom on its deposition on graphene. *Lett. Mater.*, 2022, 12(1) 27-31. <https://doi.org/10.22226/2410-3535-2022-1-27-31>



O'ZBEKISTON NEFT-GAZ KORXONALARIDA INVESTISIYA LOYIHALARINI MOLIYALASHTIRISH BO'YICHA XORIJ TAJRIBASINI O'RGANISH

Uzakov Barxayotjon Muxammadiyevich,

Muxammad Al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti doktoranti
barhayotuzoqov@gmail.com

Xoshimov Baxodirjon Muminjonovich,

Muxammad Al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti doktoranti
bxoshimov89@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada neft-gaz korxonalarida investitsiya loyihalarini moliyalashtirish bo'yicha xorij tajribasi tadqiq qilinib, tadqiqot ob'yekti hisoblangan "O'zbekneftgaz" AJ investitsiya faoliyatining hozirgi holati, neft-gaz korxonalarida kapital tarkibi va samaradorligi tahlili, korxonalar va uning tizimidagi tarmoq korxonlari tomonidan so'nggi yillarda jalb qilingan investitsiyalar samaradorligi tahlili amalga oshirilgan. Ma'lumki, neft-gaz sanoatida investitsiya faoliyatini amalga oshirganda, u yoki bu loyihani moliyalashtirish masalasini ko'rib chiqishdan avval barcha ishtirokchilar manfaatlarini muvozanatiga erishish, bundan tashqari mamlakat neft-gaz sanoatining o'ziga xosligini ko'zda tutish, sohada kuzatilayotgan tendensiyalar, majmuaning investitsion jozibadorligini belgilab beruvchi asosiy omillar, va umuman investitsiyalash jarayonini tashkil etishning barcha asosiy mexanizmlarini aniq tushunish kerak.

Kalit so'zlar: Moliyalashtirish, neft-gaz korxonalarini, kredit reytinglari, qarz, davlat, OPEK, xalqaro neft-gaz kompaniyalari, diversifikatsiya, neft narxi, investitsion faoliyat.

Kirish. So'nggi yillarda pandemiya davri va geosiyosiy nobarqarorlik fonida xalqaro kapital migratsiyasida sezilarli o'zgarishlar kuzatilmoqda. Natijada raqobatbardosh talab zonasi hisoblangan yoqilg'i-energetika, xususan neft-gaz korxonalarida, investitsiya takliflari salmog'i amaldagi real ehtiyoj hajmidan ancha pastligi kuzatilmoqda [3]. Yoqilg'i-energetika yo'nalishidagi xorijiy korxonalarda xom ashyo qazib olish sanoatidagi investitsiya loyihalarini moliyalashtirish tendensiyasi hali hanuz ishlab chiqarish va qayta ishlash sanoatidan ustunlik qilmoqda. Bu esa o'z navbatida, nafaqat fan va texnologiyalar ilg'or yechimlarini amaliyotga qo'llash darajasining talabga nomuvofiqligi, balki zamonaviy moliyalashtirish mexanizmlaridan oqilona foydalanilmayotganligi bilan ham izohlanadi. Bundan tashqari jahon tajribasi va tarixiy tendensiyalarni o'rganish, loyihalarni moliyalashtirishda mamlakatda mavjud sharoitlarga moslashtirilgan, jahon amaliyotida

sinovdan o'tgan neft va gaz loyihalarini moliyalashtirish mexanizmlarini (byudjet moliyalashtirishi, korporativ moliyalashtirish, loyihaviy moliyalashtirish va hokazo) qo'llash, eng samarali vositalardan foydalanish muhim. Shundan kelib chiqqan holda xalqaro amaliyotda neft va gaz sohasidagi loyihalarni moliyalashtirishning asosiy turlari va shartlari hamda ularning mexanizmlarining vaqt o'tishi bilan rivojlanishi masalalari ham mazkur maqolada ko'rib chiqilgan. O'zbekiston Respublikasida neft va gaz loyihalarini moliyalashtirish holati tavsif qilinar ekan, so'nggi besh yil davomida ushbu yo'nalishda jalb etigan investitsiyalar hajmlari, manbalari, ularga ta'sir etuvchi omillar tahlili yuritilgan. Maqolada shuningdek, investitsiya loyihalarini moliyalashtirishning turli ta'riflari, uning asosiy tushunchalari, xarakterli xususiyatlari va o'ziga xos xususiyatlari ko'rib chiqilgan. Bir qator xorijiy

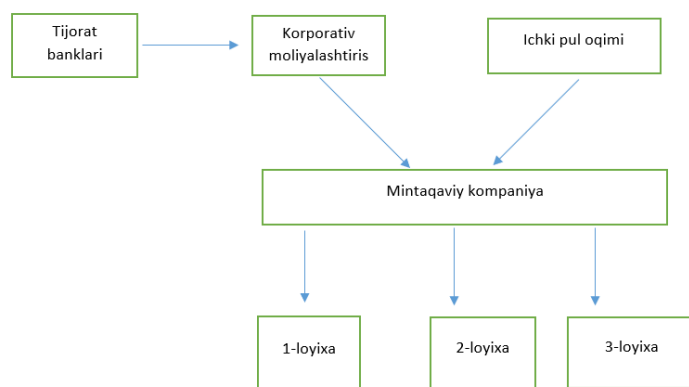


mamlakatlar, jumladan, Yaqin va O'rta Sharq mamlakatlari, Amerika Qo'shma Shtatlari, Rossiya, Norvegiya kabi neft va gaz sanoati nisbatan kengroq rivojlangan davlatlar misolida neftgaz korxonalarida investisiya loyihalarini moliyalashtirish masalalari taqqoslama tahlil asosida ko'rib chiqilgan. Birgina Rossiya Federatsiyasi misolida turli sabablarga ko'ra neft va gaz sohasidagi loyihalarni moliyalashtirish uchun tashqi qarzlarni (xalqaro moliya institutlari) doirasida olingan mablag'larni ham davlatlararo olingan kafolatlangan resurslarni ham yo'naltirilishini sezilarli ravishda kamayganini ko'rish mumkin [2]. Buning sabablari tahlil qilinganda davlat yoki kafolatlangan qarz mablag'larini tijorat loyihalariga emas, balki eng birinchi navbatda, ijtimoiy soha, kommunal xo'jalik va shunga o'xshash sohalarga yo'naltirilganligi bilan izohlash mumkin bo'ladi.

Material va metodlar. Neft-gaz korxonalarida investitsion faoliyat jarayonlari, loyihalarni moliyalashtirish uslubiyotini takomillashtirish ko'plab xorijiy olimlar, xususan, A.Ansoff, B.Kingston, P.Druker, J.Shumpeter, M.Gregory, R.Kjell, R.Nash va boshqalarning ilmiy ishlarida tadqiq etilgan. Mustaqil davlatlar ham do'stligi mamlakatlarida sanoat tarmoqlari investisiya loyihalarini moliyalashtirish masalalari Abalkin A.I., Anchishkin A.I., Blyaxman L.S., Valdaysev S.V. va boshqa olimlar tomonidan ko'rib chiqilgan. O'zbekistonlik olimlardan Xodiyev B.Yu., Berkinov. B.B., G'ulomov S.S., Maxmudov M.N., Mahkamova M.A., Qodirov A.M., Saidov M.X., Rasulev A.F. va boshqalar tomonidan respublika iqtisodiyotining turli tarmoq va sohalari investisiya loyihalarini moliyalashtirish, investitsion faoliyatini rivojlantirishning tashkiliy-uslubiy, iqtisodiy mexanizmlarini tadqiq etishga bag'ishlangan ishlari muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, yuqoridagi tadqiqot ishlarida neft-gaz korxonalarini investitsiya loyihalarini moliyalashtirishning umumiy standarga ega bo'lgan omillari tadqiq etilgan bo'lib, investitsion qarorlarni qabul qilishda nostandart omillar bilan bog'liq jarayonlar hisobga olinmagan.

Natijalar. Rivojlangan va o'tish davri (rivojlanayotgan) iqtisodiyotlarda investisiya loyihalarini moliyalashtirish usullari biznesni yuritish

bilan bog'liq risklar doirasi va darajasi bo'yicha sezilarli darajada farqlanadi. O'tgan asrning 70-yillari boshlarigacha rivojlanayotgan mamlakatlardagi ko'pchilik neft va gaz loyihalari xalqaro neft kompaniyalari tomonidan ichki pul oqimlari yoki korporativ moliyalashtirish manbalari hisobidan moliyalashtiriladi (1-rasm). Bunday moliyalashtirish tuzilmasi o'sha davrda xalqaro neftgaz kompaniyalarining xalqaro neft biznesidagi ustun roliga mos keladi (suyuq yoqilg'ining xalqaro savdosi tashkiliy tuzilmasi doirasida jahon neft bozori rivojlanishining birinchi va ikkinchi bosqichlariga muvofiq).



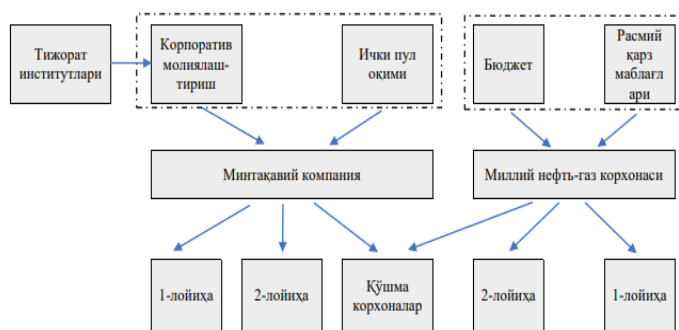
1-rasm. Xorijiy davlatlarda 1970-yillarga qadar bo'lgan davrda neft-gaz loyihalarini moliyalashtirish sxemasi [5].

Ko'pgina xalqaro neft-gaz kompaniyalari qarzni o'z kapitaliga nisbati past edi, shuning uchun ular odatda 1960-1970 yillar oxirigacha bo'lgan davrda konlarni qidirish va o'zlashtirishni moliyalashtirish uchun tashqi qarzga muhtoj emas edilar. Asosiy rivojlanayotgan mamlakatlarda (kelajakdagi OPEK a'zo davlatlari) ochilgan konlarning katta hajmlari va ularning paydo bo'lishi uchun qulay tabiiy sharoitlar tufayli nisbatan kapital talab qilmaydigan operatsiyalar edi. Agar qarz kapitaliga o'tish zarurati tug'lsa, xalqaro neft-gaz kompaniyalari o'zlarining yuqori kredit reytinglari tufayli, odatda korporativ byudjetlarning doimiy ortiqchaligi tufayli korporativ moliyalashtirishda past foiz evaziga va uzoq muddatga o'zlarining asosiy mamlakatlarida zarur mablag'larni osonlik bilan oldilar. Aksariyat rivojlanayotgan



mamlakatlarda neft qazib olish xalqaro neft-gaz kompaniyalari filiallari tomonidan amalga oshirilgan, shuning uchun bosh kompaniyalar zarur qarz mablag'larini bosh mamlakatlarda pastroq foiz stavkasida olib, ularni korporativ ichidagi kanallar orqali qarzni to'ldirish uchun kerakli mintaqaga o'tkazishlari mumkin edi. Shu bilan birga mahalliy bozorda moliyalashtirish, agar u umuman bo'lsa, ancha qimmatga tushadi. Bu qarzni moliyalashtirish xarajatlarini kamaytirishning qo'shimcha omili bo'ldi. 1970 yillarda neftni eksport qiluvchi va import qiluvchi davlatlar hukumatlari neft biznesida faol ishtirok eta boshladilar: qabul qiluvchi mamlakatlarda (neft ishlab chiqaruvchi - kapital import qiluvchi mamlakatlar) - suveren tabiiy resurslardan foydalanish ustidan kengroq nazoratni ta'minlash maqsadida va neft-gaz kompleksida ham bilvosita, ham bevosita ishtirok etish orqali ularni ekspluatatsiya qilishdan davlat daromadlarini ko'paytirish, mahalliyashtirish maqsadida; neft import qiluvchi mamlakatlarda, neft ta'minoti xavfsizligi bilan bog'liq xavotirlarni bartaraf etish uchun. Import qiluvchi mamlakatlarning savdo va to'lov balansi uchun salbiy oqibatlarini, neft narxining ko'tarilishi oqibatlarini kamaytirish istagi import qilinadigan (asosan OPEK) neftni mahalliy neft bilan almashtirishga urinishlarga aylandi, buning uchun neft va gazni qidirish va qidirish ishlari olib borildi.

Davlat mablag'larining katta qismi o'sha paytda o'sib borayotgan milliy/davlat neft kompaniyalariga investitsiyalar, shuningdek, davlat tomonidan qo'llab quvvatlanadigan loyihalarni amalga oshiruvchi kompaniyalarga to'g'ridan-to'g'ri davlat investitsiyalari va/yoki qarzni moliyalashtirish (davlat moliya institutlarining imkoniyatlaridan foydalanish va kreditni qo'llab quvvatlashning boshqa shakllari) orqali kiritilgan (2-rasm). O'tgan asrning 70 yillari - 80 yillarining birinchi yarmida xalqaro neft-gaz kompaniyalari, xorijiy davlatlar hukumatlari, xalqaro moliyaviy institutlar va tijorat banklari neft loyihalarini faol ravishda moliyalashtirish yoki investitsiya qilishga tayyor edilar: tijorat institutlari - neft narxining ko'tarilishi/yuqorilashi oqibatida ularga kiritilgan investitsiyalarning yuqori rentabelligi sababli manfaatdor bo'lgan bo'lsa; neft import qiluvchi mamlakatlarning davlat institutlari - milliy energetika xavfsizligini ta'minlash (o'sha paytda bu davlatlarning energetik mustaqilligi deb tushunilgan) va import ta'minotiga qaramlikni kamaytirish maqsadida; neft eksport qiluvchi davlatlarning davlat institutlari - ularning yangi tashkil etilgan (xalqaro neft-gaz kompaniyalari neft-gaz konlari aktivlarini milliyashtirish to'liqini bo'yicha) milliy / davlat neft kompaniyalarini qo'llab-quvvatlash maqsadida; xalqaro moliyaviy institutlar (ayniqsa, Jahon banki va uning filiallari kabi xalqaro rivojlanish institutlari) - neftning ishonchligi, barqarorligi va uzluksiz ta'minlanishini ta'minlash, jahon iqtisodiyotining ilg'or va samaraliroq rivojlanishini ta'minlash maqsadida bu operatsiyalardan manfaatdor bo'lishgan. Biroq, 1980 yillarning ikkinchi yarmi va 1990 yillarning boshlarida ushbu institutlarning deyarli barchasi neft loyihalarini moliyalashtirishda o'z moliyaviy zaxiralarini tugatdi. Buning asosiy sababi 1980 yillarning birinchi yarmidagi pasayish va 1986 yilda neft narxining qulashi va keyinchalik neft loyihalariga investitsiyalarning jozibadorligini keskin pasaytirgan va xalqaro neft-gaz kompaniyalari moliyaviy ahvolini yomonlashtirgan "ancha sekin" narx muhiti edi. Bundan tashqari, o'sha davrda jamiyatning ekologik muammolarga e'tiborining kuchayishi ekologik talablarning keskinlashishiga va



2 - rasm. Xorijiy davlatlarda 1970-1980 - yillarda neft-gaz loyihalarini moliyalashtirish sxemasi [5].

Shunga ko'ra, neft va gaz loyihalari xalqaro neft-gaz kompaniyalari tomonidan moliyalashtirish bilan bir qatorda davlat byudjetidan ham, rasmiy kreditlardan ham qo'shimcha moliyalashtira boshladi.



tegishli xarajatlarning oshishiga olib keldi. Natijada, xalqaro neft-gaz kompaniyalari investisiya loyihalarini moliyalashtirishning standart mezonlarini qayta ko'rib chiqishga va yanada qattiqroq cheklovlarni joriy etishga majbur bo'ldi. Ya'ni, xalqaro neft-gaz kompaniyalari moliyalashtirish maqsadlarini tanlashda ko'proq tanlovli bo'lib, loyiha tavakkalchiligini taqsimlash va o'zini o'zi qoplash muddatlarini qisqartirishga ko'proq ustunlik beradi. Shu va boshqa ko'plab sabablarga ko'ra, jumladan, mezbonlik huquqini oshirishga qaratilgan siyosiy sabablarga ko'ra xalqaro neft-gaz kompaniyalari loyihalarga keng doiradagi hamkorlarni, jumladan, mahalliy kompaniyalarni jalb qila boshladi. Bozor rivojlanishining ushbu bosqichida loyiha ishtirokchilari sonining ko'payishi, qat'iyroq mamlakat cheklovlari va kredit qobiliyati past bo'lgan ishtirokchilarni ushbu sxemalarga jalb qilish tufayli loyihalarni moliyalashtirish sxemalarining murakkablashishiga olib keldi. 1990 yillarning boshidan neftni eksport qiluvchi va import qiluvchi ko'pchilik davlatlar neft va gaz sohasiga o'z ishtirokini va byudjet mablag'larini kiritishni cheklay boshladilar, bu esa xususiy investorlarni neft va gaz loyihalarini moliyalashtirishni rag'batlantirishni afzal ko'rdi. Bozorning rivojlanishi shunday bosqichga yetdiki, ichki neft ta'minotini ko'paytirish davlatning ustuvor vazifasi - bozor iqtisodiyoti doirasida jahon bozorining o'zi, unda shakllangan mexanizmlar va to'plangan ishlab chiqarish darajasi tufayli yetkazib berishni diversifikatsiya qilish suyuq yoqilg'iga talabning har qanday o'sishini arzon narxlarda va har qanday geografik nuqtaga etkazib berishning etarli ishonchligi bilan ta'minlashga muvaffaq bo'ldi (neft biznesining tez o'sib borayotgan xalqarolashuvi va globallashuvi sharoitida energiya xavfsizligi. bu davr davlatlarning energetik o'zaro bog'liqligi bilan bog'liq bo'ldi) [9]. Shu bilan birga, xususiy sektor samarali ishlayotgan iqtisodiy faoliyat sohasida davlatning bevosita ishtirokini cheklashning barqaror tendensiyasi kuzatilmoqda. Natijada, neft va gaz loyihalarini moliyalashtirish, jumladan, turli davlat va xususiy moliya institutlarining ishtiroki tufayli murakkablashdi. Bunday shakldagi moliyalashtirish

sxemasidan davlat qarz mablag'lari (suveren kafolat ostida), xususiy aksiyadorlik kapitali (boshqa homiylar mablag'lari, xalqaro fond bozori, investisiya jamg'armalari, Xalqaro moliya korporatsiyasi, mintaqaviy rivodjlantirish banklari), xususiy ulushli moliyalashtirish (xalqaro tijorat banklari, obligatsiyalar bozorlari, yetkazib beruvchilar tovar kreditlari, maxsus energetika jamg'armalari, mahalliy tijorat banklari va hokazo) kabi sub'yektlar ham o'rin oldi.

Munozara. Shu kunlarda neft-gaz kompaniyalari neft va gaz sohasidagi investisiya loyihalarini moliyalashtirish uchun barcha mavjud moliyaviy vositalardan foydalanmoqda. Ularning eng yiriklari kam byudjetli neft loyihalarini o'z resurslaridan foydalangan holda moliyalashtirishni afzal ko'rishadi, agar kerak bo'lsa, korporativ qarz olishga murojaat qilishadi, bu ba'zi hollarda eng yuqori kredit reytingiga ega bo'lgan xalqaro neft-gaz kompaniyalari uchun qarz loyihalarini moliyalashtirishdan ko'ra arzonroq bo'lishi mumkin. Biroq, so'nggi yillarda bozorda paydo bo'lgan va o'zini namoyon qilgan ko'plab kichik kompaniyalarning kapitallashuvi, byudjet profisiti, o'z resurslaridan kreditlash limitlari va kredit reytinglari unchalik yuqori emas. Bunday holda, loyiha reytingi kompaniyaning reytingidan yuqori bo'lishi mumkin, bu esa korporativ qarzlarga nisbatan loyiha qarzlarning past narxini ta'minlaydi. Hatto neft gigantlari ham megaloyihalar bilan shug'ullanayotganda loyihalardan qarz olishni afzal ko'rishadi, sababi: - mamlakat cheklovlariga duch kelish (masalan, biznes mamlakatlaridan birida mumkin bo'lgan yo'qotishlar xavfi kompaniya uchun juda yuqori bo'lsa yoki ushbu mamlakat uchun belgilangan chegaralardan oshib ketganda); - ularning hamkorlari korporativ moliyalashtirish shartlari bo'yicha zarur mablag'larni to'play olmaydigan kompaniyalardir. Hozirda qazib olish yo'nalishida neft va gaz loyihalarida xususiy kapital va xususiy qarzni moliyalashtirish manbalarining o'zaro nisbati taxminan 20-40 foizdan 60-80 foizgacha [8]. Alohida olingan xorijiy davlatlarda neft-gaz korxonalarini investisiya loyihalarini moliyalashtirish tizimi tahlil



qilganda quyidagilar namoyon bo'ldi. AQSHning zamonaviy yirik neft kompaniyalari tadqiqot va rivojlantirish markazlariga eta bo'lib, investision jarayonlarda ularning asosiy vazifasi texnologik yangiliklarni yaratish va ishlab chiqarishga tatbiq etishdan iborat. Bugungi kunda aynan shu kompaniyalar o'z faoliyat sohasida yetakchi bo'lib, sohaning texnologik rivojlanishini belgilab beradi. Dunyo neft-gaz zaxiralari va ularni qazib olish borasida Yaqin va O'rta Sharq mamlakatlari tajribasi alohida tadqiqot yo'nalishi sifatida o'rganilishi maqsadga muvofiq. Ushbu holatni mintaqaning neft-gaz qazib olish buyicha dunyoda yetakchi o'nlikka kirganligi va neft-gaz sanoatida qazib olish jarayonining to'liq mahalliyashtirilganligi bilan asoslash mumkin. Shu bilan birgalikda bugungi kunda Yaqin Sharqdagi neft eksport qiluvchi mamlakatlar transmilliy korporatsiyalar va yirik xalqaro moliya institutlari orqali G'arb iqtisodiyotiga investitsiyalarni kiritishga muvaffaq bo'lishmoqda. Yaqin va O'rta Sharq mamlakatlari neft-gaz korxonalarini investisiya siyosatida strategik yo'nalishlaridan biri bu chet el neft kompaniyalari aktivlarini sotib olish orqali neftni qayta ishlash va neft maxsulotlarini chet ellarda sotish uchun infratuzilmani yaratish hisoblanadi [10]. Neft mahsulotlarida narx tebranishlari amplitudasining kattaligi byudjet xarajatlarini rejalashtirish imkoniyatini qiyinlashtiradi. Bu esa mamlakatda istiqbol rejalarni ishlab chiqishda, axoli daromadlari va ijtimoiy soxa rivojlanishini bashoratlashda muayyan qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. "Bevosita davlat ishtiroki orqali investitsiyalarni jalb etishga yo'naltirilgan amaliy islohotlarni joriy etishda Norvegiya tajribasi alohida ahamiyatga ega. Neft-gaz sanoati Norvegiya yalpi ichki mahsuloti tarkibida eng katta ulushni egallaydi. Ushbu soha mamlakatning yirik daromad manbai, texnologik-innovasion rivojlanishning muhim omili hisoblanadi" [1]. Norvegiya xukumati neft-gaz soxasida uzoq muddatli rejalashtirish tizimiga asoslangan yagona davlat siyosatini amalga oshiradi. Davlat neftgaz soxasidagi burg'ulash, yangi konlarni o'zlashtirish transportirovka tizimini tashkil etishga yo'naltirilgan barcha investision loyihalarni amalga oshirilishini nazorat

qilib boradi. Norvegiya energetika va neft-gaz vazirligi neft-gaz sohasining investision faoliyat samaradorligini ta'minlashda ma'sul davlat organi hisoblanadi.

2018-2023 yillarda "O'zbekneftgaz" AJ tomonidan amalga oshirilayotgan loyixalar bo'yicha investitsiyalarni o'zlashtirish to'g'risida ma'lumot [7]

Ko'rsatkichlar	Jami	2018 yil	2019 yil	2020 yil	2021 yil	2022 yil	2022 yilga nisbatan foiz
Investitsiyalarni o'zlashtirish	8 730,2	2 331,2	3 250,9	1 440,3	1 052,6	655,2	28,1
O'z mablag'laridan	1 570,1	548,7	281,4	198,2	242,1	300,0	54,6
O'z RTTJ mablag'laridan	16,5	-	16,5	-	-	-	-
To'g'ridan-to'g'ri xorijiy investitsiyalar va kreditlar	4 220,3	952,5	1 887,1	215,0	810,5	355,2	37,2
Tijorat bank kreditlari	30,0	-	-	30,0	-	-	-
Davlat kafolati ostida xorijiy investitsiya va kreditlar	2 893,0	830,0	1 066,0	997,0	-	-	-

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, o'zlashtirilgan to'g'ridan-to'g'ri xorijiy investitsiyalar va kreditlar asosan uglevodorodlarni qazib olish va qayta ishlash yo'nalishlariga kiritilgan bo'lib, geologiya qidiruv ishlari va burg'ulash ishlariga ham investitsiyalar qayd etilgan [6]. Davlat kafolati ostida jalb qilingan xorijiy investisiya va kreditlar asosan Sho'rtan gaz-kimyoo kompleksini negizida tozalangan metandan suyultirilgan uglevodorodlarni olish (GTL) loyihasiga yo'naltirilgan. O'rganilayotgan davr (2018-2022 yillarda) mazkur davrda "O'zbekneftgaz" AJ kapitali tarkibida yo'naltirilgan yalpi investitsiyalar, ularning moliyalashtirish manbaalari bo'yicha taqsimoti, shu jumladan xorijiy investisiya va kreditlar hajmi dinamikasini tahlil qiladigan bo'lsak, unda yillar davomida tizimli izchillik kuzatilmasligini ko'rishimiz mumkin bo'ladi. Bu fikrimizcha bir qator ichki va tashqi omillarga bog'liq, xususan tarmoqda amalga oshirilgan tarkibiy o'zgarishlar, korxonada moliyaviy menejmentni tashkil etishda yuzaga kelgan o'zgarishlar, ma'lum davrlarda alohida yirik sanoat



ob'yektlarining ishga tushirilishi, tarmoq korxonalarining moliyaviy nobarqarorligi, xom ashyo zaxiralari bilan mutanosiblik va hokazo [4]. So'nggi yillarda "O'zbekneftgaz" AJ tomonidan bevosita va bilvosta amalga oshirilgan investisiya loyihalarida o'z mablag'laridan moliyalashtirish, loyihaviy moliyalashtirish, davlatning suveren kafolati ostida moliyalashtirish kabi yo'nalishlar ustuvor ahamiyat kasb etgan. Ta'kidlash joizki, investitsiyalarning faqat son tarkibi emas, balki sifat tarkibini belgilab olish ham pirovard natijada tarmoqning iqtisodiy jihatda barqarorligiga olib kelishi ma'lum. 2018 yilgacha bo'lgan davrda uglevodorod xomashyosini qazib chiqarishni zarur resurslar bazasi bilan ta'minlash yetarli darajada bo'lmaganligi keyinchalik undan keyingi besh yillikda ham o'z ta'sirini ko'rsatmay qolmadi.

Xulosa. Respublikamizda shu yillarda amalga oshirilgan investitsiya loyihalari, ularni moliyalashtirish holati, kapital tarkibini tahlil qilar ekanmiz, unda davlatning bevosita va bilvosita ishtirokida moliyalashtirish usullari ustun mavqega ega bo'lib borayotganini ko'rish mumkin. 2018-2022 yillarda O'zbekiston Respublikasining davlat Investitsiya dasturi doirasida "O'zbekneftgaz" AJ tomonidan jami 8,7 mlrd AQSH dollari miqdorida investitsiyalar, shu jumladan to'g'ridan-to'g'ri xorijiy investitsiyalar va kreditlar hisobidan 4,2 mlrd AQSH dollari o'zlashtirildi. Yillar davomida investitsiyalar hajmida kuzatayotgan o'zgarishlar tahlili shuni ko'rsatadiki kuzatilayotgan besh yillikning o'ziga xos "yuqori nuqtasi" bo'lgan 2019 yilda investitsiyalar hajmi 3,9 mlrd. AQSH dollariga teng bo'lgani holda 2022 yilda ularning miqdori 0,6 mlrd.dollarni tashkil etgan. 2018-2022 yillarda "O'zbekneftgaz" AJning investision faoliyatida kapital tarkibi tahliliga muvofiq korxonaning o'z mablag'lari hisobidan moliyalashtirish ulushi o'rtacha 23,5 foizdan 45,8 foizgacha ortgan. Shuningdek, to'g'ridan to'g'ri xorijiy investitsiyalar va kreditlar hajmi 952,5 mln. AQSH dollaridan, 355,2 mln. AQSH dollarigacha pasaygan. Shu bilan birga, ushbu ko'rsatkich jami investitsiyalarga nisbatan foiz xisobida o'rtacha 40,9 foizdan 54,2 foizgacha ortgan. O'z navbatida, 2022

yilda davlat tomonidan kafolatlangan xorijiy kreditlar, O'zRTTJ mablag'lari va tijorat banklari hisobidan moliyalashtirish qayd etilmagan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Азиева Р.Х. Зарубежный опыт управления нефтяным комплексом / Р.Х. Азиева // С. 189-195.
2. Абалкин Л. И. Новый тип экономического мышления. - М.: Экономика, 1987, 189с
3. А.А.Конопляник. «Основные виды и условия финансирования инвестиционных проектов в нефтегазодобывающей промышленности». - Учебное пособие по курсу «Эволюция международных рынков нефти и газа». – М.: РГУ нефти и газа им.И.М. Губкина,2009. - 62 с.
4. Umurzoqov J.Sh., Bakiyeva I.A. Ichki va global integratsiya jarayonlarida O'zbekiston neft-gaz sanoati korxonalarini transformatsiyasi. "Agro biznes inform" iqtisodiy-ijtimoiy, ilmiy ommabop jurnali (3) 5 2022, ISSN 2010-9024, 139 b.
5. J. Umurzoqov. Improving the methodology of investment activities of oil and gas enterprises. Mathematical Statistician and Engineering Applications. Vol. 71 No. 4 (2022). ISSN: 2094-0343 2326-9865. <http://philstat.org.ph>
6. "O'zbekneftgaz" AJning rasmiy axborot sayti www.ung.uz statistik ma'lumotlari.
7. Hossein Razavi. Financing Energy Projects in Emerging Economies. - PennWell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma, 1996, 288 pp.
8. V.N.Shenayev, B.S.Irniyazov. Проектное кредитование. Зарубежный опыт и возможности его использования в России. - Москва, Изд-во АО "Консалтбанкир", 1996.
9. J.Sh.Umurzoqov. Neft-gaz korxonalarining investisiya faoliyati: nazariya va amaliyot. Monografiya. – Toshkent: "Chinor fayzi baland" nashriyoti, 2023. – 148 b.



MASOFAVIY TA'LIM TIZIMINI TASHKIL ETISHNING TEXNIK USULLARI

Xalilov Durbek Aminovich

fizika-matematika fanlari nomzodi,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Farg'ona filiali Axborot texnologiyalari kafedrasini professori,

Farg'ona, O'zbekiston

E-mail: durbekamin@gmail.com

Abduqodirova Mohizoda Ilhomidin qizi

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Farg'ona filiali 2-bosqich magistri

Farg'ona, O'zbekiston

E-mail: mohizoda0524ilhomidinovna@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqola masofaviy ta'lim tizimining rivojlanish bosqichlari va uni tashkil etish tamoyillariga qaratilgan. Shuningdek, ta'limning asosiy turlari va ularning farqlari, masofaviy ta'lim tizimi, masofaviy ta'lim tizimining boshqa ta'lim turlaridan asosiy farqlari, afzalliklari, amalga oshirish uchun zarur bo'lgan texnik jihozlar va masofaviy ta'lim platformalarini qurish tamoyillari ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: Rasmiy, norasmiy, masofaviy ta'lim, masofaviy ta'lim tizimlari, masofaviy ta'limning qurilish arxitekturasi, tizimni qurish tamoyillari, sinxron va asinxron ishlash tamoyillari

Kirish. Bugungi kunda butun dunyoda ta'limning turli darajalarida faoliyat yurituvchi ta'lim muassasalarining ko'plab turlari mavjud. Shu bilan birga, ularning ta'lim jarayonlari bir-biriga mos kelmaydi. Hozirgi vaqtda dunyoda ikkita asosiy ta'lim turi tan olingan. Bular:

1. Rasmiy
2. Norasmiy

Rasmiy ta'lim jarayoni - o'qitishning eng keng tarqalgan turlaridan biri bo'lib, unda o'qituvchi va talaba o'rtasida bevosita ta'lim jarayoni mavjud. Shu sababli, ushbu ta'lim jarayonini tashkil etish uchun bir nechta mezonlar talab qilinadi. Bular:

- o'quv jarayonini tashkil etish uchun doimiy o'quv binosi;
- o'quv jarayoni uchun o'quv jihozlari;
- o'quv jarayoni uchun mashg'ulotlar jadvali;
- vaqt standartlari va boshqalar.

Rasmiy o'quv jarayonini tashkil etish uchun zarur bo'lgan asbob-uskunalar, o'quv qurollari va

boshqa omillarning ta'siri natijasida ushbu turdagi o'quv jarayonini tashkil etish va o'quvchilar uchun to'lov miqdori qimmatroq bo'ladi.

Norasmiy ta'lim ota-onalarni o'z farzandlarini ta'lim jarayoniga va hayotiy ko'nikmalarga tayyorlashni o'z ichiga oladi.

Norasmiy ta'lim jarayoni an'anaviy o'quv jarayoniga qaraganda ancha moslashuvchan va an'anaviy o'quv jarayoni uchun zarur bo'lgan mezonlarga javob bermaydi. Bunda ta'lim jarayoni tabiatda va turli obyektlarda aniq belgilangan o'quv jadvali asosida amalga oshiriladi.

Yuqorida aytib o'tilgan ta'lim turlaridan tashqari, onlayn (masofaviy) ta'lim bugungi kunda tobora ommalashib borayotgan yana bir turidir. Qolaversa, u o'zining qulayligi va foydaliligi bo'yicha ham yuqoridagi ta'lim jarayonlaridan qolishmaydi.

Adabiyotlar tahlili. Masofaviy ta'lim jarayoni o'quv jarayonining barcha tarkibiy qismlarini

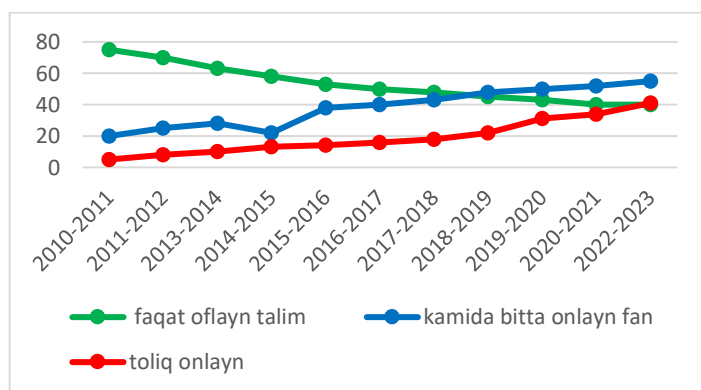


(maqsadlari, mazmuni, usullari, tashkiliy shakllari, qo'llanmalar) Internet texnologiyalaridan foydalangan holda amalga oshirishni, shuningdek, o'qituvchilar va talabalarning bir-biri bilan o'zaro munosabatlarini o'z ichiga oladi [2] [3].

Masofaviy ta'lim o'qitishning mustaqil shakli bo'lib, masofaviy ta'limda axborot texnologiyalari asosiy vosita hisoblanadi [4]. Shuningdek, zamonaviy masofaviy ta'lim quyidagi asosiy elementlardan foydalanishga asoslanadi:

- ✓ Ommaviy axborot vositalari (pochta, televideniye, radio);
- ✓ axborot-kommunikatsiya tarmoqlari;
- ✓ Axborot almashish uchun texnik muhit.

Rivojlangan mamlakatlarda ta'limning ushbu turi bo'yicha katta tajriba mavjud va ularning rivojlanish tendensiyasi ham bir necha yillarni o'z ichiga oladi. Quyida Osiyo universitetlarining 2010-2023 yillarda onlayn (masofaviy) ta'lim turiga o'tish bo'yicha rivojlanish grafigi keltirilgan (1-rasm).



1-rasm . Osiyo universitetlari 2010-2023 yillarda masofaviy ta'limning o'sish tendensiyasi

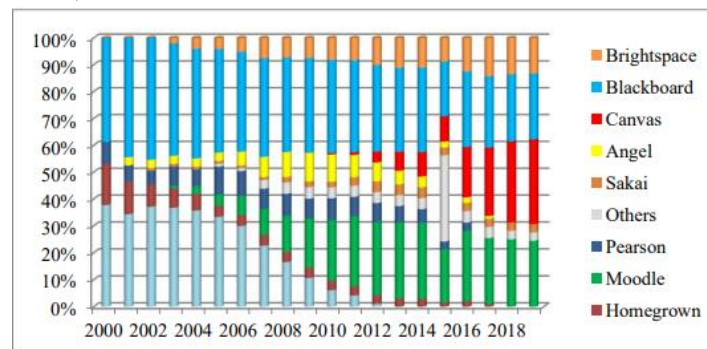
1-rasmga ko'ra, Osiyo universitetlarining asosiy masofaviy ta'lim turi 21-asrning birinchi o'n yilligida rasmiy ta'lim tashkil etilgan. Kurs jarayonlarining o'rtacha 10-12% onlayn talabga ega. Ammo 2023 yilgacha masofaviy ta'lim turiga talab bir tekisda o'sishda davom etdi. Ammo bu bilan oflayn o'quv jarayoniga bo'lgan talab doimiy ravishda pasayib bormoqda.

Ushbu yagona universitet ta'lim jarayonidan ko'rish mumkinki, Masofaviy ta'limning roli ortib, tobora ommalashib bormoqda, shuningdek, ayrim

ta'lim muassasalarida rasmiy ta'lim pozitsiyasini egallagan. Masalan, hozirda Yevropa va boshqa ko'plab rivojlangan mamlakatlarning ta'lim muassasalari o'z faoliyatini gibril yoki to'liq masofaviy ta'lim jarayonlari asosida amalga oshirmoqda. Bu ularga rasmiy ta'lim berish sharoitida bo'lgani kabi, mavjud tizimlarni ishlab chiqish yoki ulardan foydalanish vazifasini qo'yadi. Hozirgi vaqtda butun dunyoda masofaviy ta'lim jarayonlarini tashkil etishda keng qo'llaniladigan bir nechta masofaviy ta'lim platformalari mavjud. Ulardan ba'zilari quyida keltirilgan.

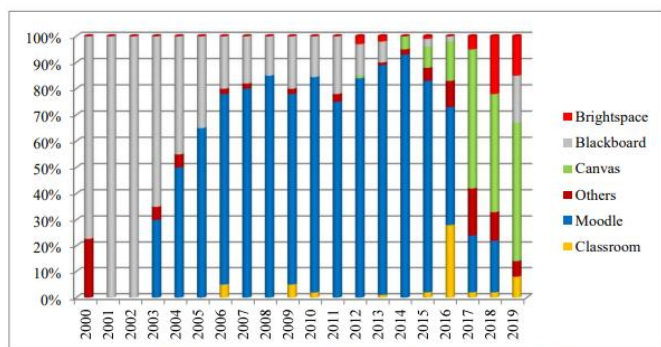
1. Mindflash	10. Edmodo
2. SkyPrep	11. Blackboard
3.ProProfs LMS	12. Joomla LMS
4. iSpringLearn	13. Brightspace
5. Talent LMS	14.Absorb LMS
6. Docebo	15. Schoology
7. Moodle	16. eFront
8. Litmos	17.Adobe Captivate Prime LMS
9. Canvas	18. Knowmax

Ushbu masofaviy ta'lim platformalari butun dunyo bo'ylab ulardan foydalanish samaradorligi bilan farqlanadi. Markaziy Osiyo va Yevropa mamlakatlarida masofaviy ta'lim platformalaridan foydalanishning shtrixli diagrammasi keltirilgan (2-rasm).



a) Markaziy Osiyo ta'limida masofaviy ta'lim platformalaridan foydalanish



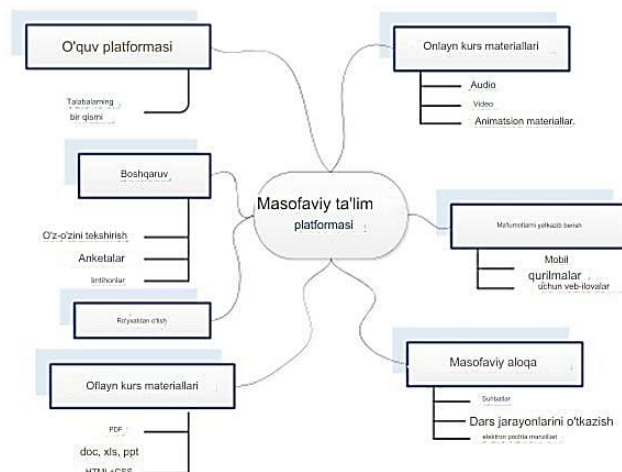


b) Yevropa ta'lim tizimida masofaviy ta'lim platformalaridan foydalanish

2-rasm. 2000-2019 yillar davomida masofaviy ta'lim platformalaridan foydalanish

Yuqoridagi natijalar 2000-2019 yillar oralig'ida turli masofaviy ta'lim platformalarining umumiy qaydlari natijasida aniqlandi va undagi ranglar har qanday o'quv platformalaridan foydalanish samaradorligini aks ettiradi. Shuningdek, 2a va 2b-rasmlarga asoslanib shuni ta'kidlash mumkinki, ma'lum bir yilda to'liq ustunlikni ko'rsatgan va ko'plab ta'lim muassasalari tomonidan foydalanilgan o'quv platformalari keyinchalik foydalanish ko'rsatkichlarini yo'qotgan yoki qisman qisqartirgan. Bu haligacha mukammal masofaviy ta'lim platformasi yaratilgani va barcha o'quv platformalari bir-birining kamchiliklarini to'ldirishi haqidagi nazariyani yshq qiladi.

Uslubiyot. Ammo shuni ta'kidlash kerakki, bu farqlarga qaramay, barcha turdagi ta'lim platformalari yagona maqsadga xizmat qiladi va muayyan tarkibiy qismlardan iborat. YA'ni, o'qituvchi va talabalar o'rtasida o'zaro ta'lim jarayonlarini tashkil etish, axborot almashish imkoniyatlarini yaratish, ta'lim jarayoni uchun muhim bo'lgan nazorat jarayonlarini amalga oshirish masofaviy ta'lim platformalarining maqsad va vazifalari hisoblanadi. Bu shuni anglatadiki, barcha o'quv platformalari uchun yagona ramka mavjud bo'lib, u quyidagi 3-rasmda ko'rsatilgan.



3-rasm. Masofaviy ta'lim platformasi arxitekturasi

3-rasmda ko'rsatilgandek, o'quv jarayonida masofa yo'qoladi va butun o'quv jarayoni sodir bo'ladi, bu esa hamma uchun, har qanday joyda va istalgan vaqtda qulay ish muhitini yaratishga imkon beradi.

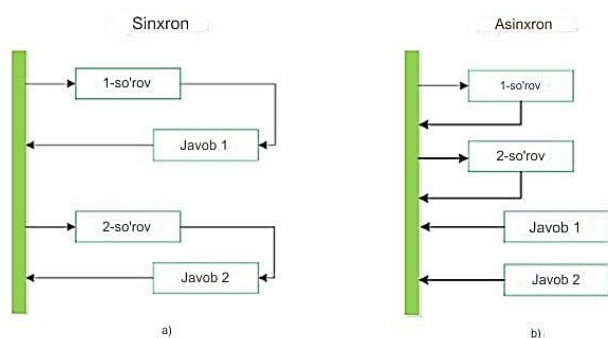
Biroq masofaviy ta'lim jarayonlarini tashkil etish zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari bilan chambarchas bog'liq bo'lib, ularning ish holati va xizmat ko'rsatish imkoniyatlari o'quv jarayoni sifatining yuqori yoki past bo'lishiga sabab bo'lmoqda.

Xususan, hozirgi vaqtda har xil turdagi platformalarni ishlab chiqishda asinxron va sinxron xizmat ko'rsatish modellari qo'llaniladi.

Sinxron ishlash tamoyillariga asoslangan tizimlarda foydalanuvchi so'rovlari tizim joylashgan serverning ishchi qurilmalariga yuklanadi va serverda katta hajmdagi ma'lumotlar aylanishini hosil qiladi. Bu, albatta, foydalanuvchi qurilmalari uchun ancha qulay va yengil ish rejimini taklif etadi[4]. Biroq, yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, serverning ishlash tartibi og'irlashtirilgan. Bundan tashqari, sinxron tizimlarga murojaat qilgan foydalanuvchilar soni ham tizim xizmati sifatining asosiy kuchli tomonlaridan biridir [6]. YA'ni, bir vaqtning o'zida tizimga murojaatlar sonining ko'payishi tizim ishini yanada og'irlashtirishga olib keladi (4a-rasm).



Asenkron ishlash prinsipida foydalanuvchi tizimga kiringanda, tizimning asosiy qismi foydalanuvchi qurilmasiga va tizim yuki foydalanuvchi qurilmasiga o'tkaziladi. Bu tizim serverini ortiqcha yuklanishdan qutqaradi va foydalanuvchilar soni tizim uchun muhim omil emas. Asinxron ishlash prinsipida tizim serveri faqat foydalanuvchilar tizimdan yangi ma'lumotlarni qabul qilganda va tizimda turli ma'lumotlarni saqlaganida, shuningdek, foydalanuvchi bilan aloqa muhitiga kiringanda faollashadi (4b-rasm).



Shakl 4. Tizimlarning ishlash tamoyillari. a) sinxron ishlash prinsipi; b) asinxron ishlash prinsipi

Xulosa. Yuqoridagi tahlillar asosida shuni aytish mumkin, rivojlangan mamlakatlarda masofaviy ta'lim tizimi ta'lim jarayonini tashkil etishning asosiy shakllaridan biriga aylandi. Shuningdek, bu turdagi ta'limning asosiy afzalliklaridan biri shundaki, u talabalarga nazariy bilimlardan ko'ra ko'proq amaliy bilimlarni egallash imkonini beradi. Bundan tashqari, u ish jarayoni uchun hech qanday to'siq yaratmaydi. Bu ularning bilimini yanada mustahkam va mustahkam qilish uchun muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, ta'lim platformalarini qurishda to'g'ri modellardan foydalanish ta'lim sifatini yuqori darajada saqlashning muhim omili hisoblanadi [7].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. A.A. Artyuxov. Boshlang'ich maktabda geografiyani o'rganishda "masofaviy ta'lim" ni tashkil etish nazariyasi va amaliyotining ba'zi jihatlarini // Xalqaro ilmiy tadqiqot jurnali. -

2021. - T. 5-son. - B. 51. - ISSN 2303-9868. - doi: 10.23670/IRJ.2021.107.5.111.

2. «Termini i opredeleniya distansionnogo obucheniya», Laboratoriya distansionnogo obucheniya Rossiyskoy Akademii Obrazovaniya (nedostupnaya ssilka). Data obrasheniya: 17 yanvarya 2021. Arxivirovano 8 sentabrya 2021 goda
3. Masofaviy ta'lim nazariyasi va amaliyoti: Proc. talabalar uchun yordam yuqoriroq ped. darslik muassasalar / E. S. Po'lat, M. Y. Buxarkina, M. V. Moiseyeva; Ed. E. S. Po'lat // M.: "Akademiya" nashriyot markazi, 2022. - 416 b. - 17-bet
4. Bogdanovskiy, V. K. "Tarmoq konfiguratsiyasini o'qitish uchun axborot-tahliliy tizimni ishlab chiqish". Aviatsiya va astronavigatsiya dolzarb muammolari 2 (2019)
5. <https://www.passionineducation.com/types-of-education-formal-norasmiy>.
6. Muhammadjon o'g'li, Qutbidinov Odiljon. "Elektron ro'yxatga olish tizimlari va tortish transformatorlari uchun dasturiy bloklar sxemalarini ishlab chiqishning ahamiyati". Namangan muhandislik-texnologiya instituti ilmiy-texnik jurnali.
7. Abdullayev T.M. , Abduqodirova M.I. "Ma'sofaviy ta'limni tashkil etishda mavjud onlain tizimlarni imkoniyatlarini tahlili". Farg'ona palitexnika ilmiy-texnika jurnali.



Исследование ионно-электронной эмиссии пленок Cs на гранях (110) и (111) монокристаллов молибдена

Аллаярова Гулмира Холмуратовна
Каршинский государственный университет, (PhD), доцент,
Кафедрой теоретической и экспериментальной физики

Бурунов Нурлибек Рустам угли
Студент 2- курса транспортной логистики
физического факультета

Зарипов Шухрат Собиржон угли
Студентка 2 курса магистратуры по
специальности «Физика».

Аннотация. При формировании моноатомного слоя в основном изменяется работа выхода поверхности, а величины $\nu_{\text{в}}$ и ξ_{F} , практически остаются постоянными. В этих условиях параметры ПЭЭ определяются в основном изменением работы выхода поверхности. При переходе к пленке достаточной толщины следует ожидать изменения всех указанных свойств металла и параметры ПЭЭ будут определяться свойствами адсорбированной пленки. В исследованном диапазоне энергий при бомбардировке чистых граней ионами Ag^+ величина γ слабо зависит от E , что свидетельствует о потенциальном характере механизма эмиссии. В случае ионов Ag^+ наблюдается сложная зависимость $\gamma(E)$: до $E=0,5$ кэВ γ уменьшается, а затем монотонно возрастает с ростом E за счет КЭЭ. Влияние работы выхода поверхности на указанные параметры КЭЭ наиболее заметно при моноатомном покрытии поверхности адатомами и в случае бомбардировки ионами He^+ . Этот факт свидетельствует о том что основной поставщик эмитируемых электронов при субмонослойных покрытиях – кристаллическая подложка. Поскольку значения для указанных двух состояний близки, отмеченный факт указывает на одинаковое количество возбужденных электронов в кристаллической подложке и в пленки металла- адсорбата.

Ключевые слова: электронные эмиссии, субмонослойных, моноатомном бомбардировки ионами.

Введение. Потенциальная (ПЭЭ) и кинетическая (КЭЭ) электронные эмиссии металлов, вызываемые бомбардировкой атомными частицами, исследованы неоднократно [1-4]; установлены их закономерности для ряда металлов, сортов частиц в широком диапазоне энергий, и существует определенная ясность в механизме возбуждения электрона падающих частицей.

Однако закономерности этих видов электронной эмиссии еще недостаточно выяснены с точки зрения зависимости их параметров от свойств металла, определяющих условия выхода возбужденных электронов.

В работах, выполненных на монокристаллических и пленочных мишенях, получены некоторые сведения о зависимости коэффициентов ПЭЭ $\gamma_{\text{п}}$ и КЭЭ $\gamma_{\text{к}}$ от кристаллической структуры и работы выхода поверхности металла. Интерес к исследованию на пленочных системах обусловлен тем, что в ряде случаев представляется возможным получить больше информации о зависимости параметров эмиссии от работы выхода поверхности и расширить класс металлов с различной электронной и атомной структурами. Следует отметить, то большинстве работ с пленочными системами измерены коэффициенты эмиссий для



пленок, образованных на поликристаллических подложках, а такая важная характеристика эмиссии, как энергетические спектры (ЭС) электронов, не изучалась.

В настоящей работе приведены результаты экспериментов по изучению коэффициентов γ (ионно – электронной эмиссии) γ_n и γ_k и ЭС электронов при бомбардировке адсорбированных пленок Cs и Na на гранях (110) и (111) монокристаллов Mo ионами Ag^+ в диапазоне энергий 0,05-1,0 кэВ.

Методы исследования. Методика экспериментов обеспечивала проведение измерений коэффициентов эмиссий (количества электронов, выбитых одним ионом, и энергетические параметров пучка бомбардирующих ионов. Потока атомов адсорбата, чистоты мишени – подложки и пленочной системы. Опыты проводили в вакуумном приборе, состоящем из четырех основных узлов: ионной пушки, мишени коллекторной системы с энергоанализатором, напылителя щелочного металла и подвижного фарадеевского цилиндра. Ионная пушка, работающая в режиме ионизации атомов электронным ударом, позволяла получать пучки однозарядных ионов с плотностью тока 10^{-8} – 10^{-7} А/см² в диапазоне энергий 0,05-1,0 кэВ с разбросом от среднего значения не более $\pm 5\%$. Образцы монокристаллов Mo имели форму диска диаметром 10 мм и толщиной 0,25- 0,3 мм и монтировались на дно танталового цилиндра, внутри которого находилась вольфрамовая спираль для косвенного нагрева кристалла.

Мишень (коллекторная система) была сферической с отношением размеров диаметров 1: 6. В качестве энергоанализатора использовали цилиндрический конденсатор 1Юза - Рожанского с разрешающей способностью 1.5%. Анализировали электроны, идущие в направлении 22° к нормали поверхности. Конструкция напылителя включала в себя обогреваемый резервуар с внутренним паропроводом, формирующим поток атомов на поверхность мишени. Многократно дистиллированный щелочной металл вводили в

резервуар в запаянной ампуле, которую разбивали перед началом измерений. Поток атомов n на поверхность грани S регулировался температурой резервуара и определялся по току поверхностной ионизации J_i : $n = J_i / (S \cdot e)$, где e - заряд электрона. Поверхностную концентрацию адатомов N оценивали по формуле $N = n \cdot t$, где t - время напыления [5].

Работу выхода мишени-подложки ϕ_{ijk} измеряли методом термоэлектронной эмиссии с помощью передвижного фарадеевского цилиндра специальной конструкции, Изменение работы выхода грани в процессе адсорбции $\Delta\phi$ контролировалось двумя вариантами метода контактной разности потенциалов - по сдвигу кривой задержки при вторичной электронной эмиссии и энергетических спектров электронов при ПЭЭ. Значения работы выхода пленочной системы определялись как $\phi - \phi_{ijk} - \Delta\phi$. Чистоту кристалла и пленочной системы по элементам, обладающим положительным электронным сродством, контролировали измерением распыления их в виде отрицательных ионов при ионной бомбардировке [6]. Вакуумный прибор откачивали ртутно-диффузионным и магнит зарядным насосом НОРД-250. Во время экспериментов давление по остаточным газам в камере не превышало $\sim 6 \cdot 10^{-7}$ Па. Температуру кристалла измеряли термопарой ВР 5-20. Обезгаживание кристалла проводили косвенным нагревом мишени электронной бомбардировкой до температуры 2100 К и «вспышкой» при температуре 2400 К. Измерения ионно-электронной эмиссии вели как непрерывно в процессе напыления, так и при заданной степени покрытия поверхности адатомами в условиях отсутствия адсорбционного теплотока. Запись токов осуществляли двух координатным самописцем ПДС-0,21, включенным на выход усилителя У-1-2.

Результаты и их обсуждение. Зависимость ϕ и от времени напыления (адсорбционные кривые). На рисунки 1 и 2 приведены результаты измерений ϕ и γ в зависимости от времени



напыления t пленок Cs и Na на гранях (110) и (111) монокристаллов Mo при потоках $n=2,8 \cdot 10^{13}$ ат./ $(\text{см}^2\text{с})$ и $n_a=3,4 \cdot 10^{13}$ ат./ $(\text{см}^2\text{с})$. Видно, что адсорбция атомов Cs и Na приводит к уменьшению ϕ в соответствии с кривой с характерным минимумом. В случае грани (110) величина ϕ уменьшается в большей степени, чем при адсорбции на грани(111). Характер изменения ϕ с адсорбцией и ее значения в минимуме и насыщении кривой $\phi(t)$ удовлетворительно согласуются с результатами других авторов. Коэффициент γ , при адсорбции атомов Cs и Na, как и в случае поликристаллической подложки, возрастает по закону, описываемому кривой с максимумом, который достигается при минимуме работы выхода пленочной системы. При больших энергиях бомбардирующих ионов, когда становится заметной КЭЭ, характер кривых $\gamma(t)$ аналогичен приведенным на рисунки 1.

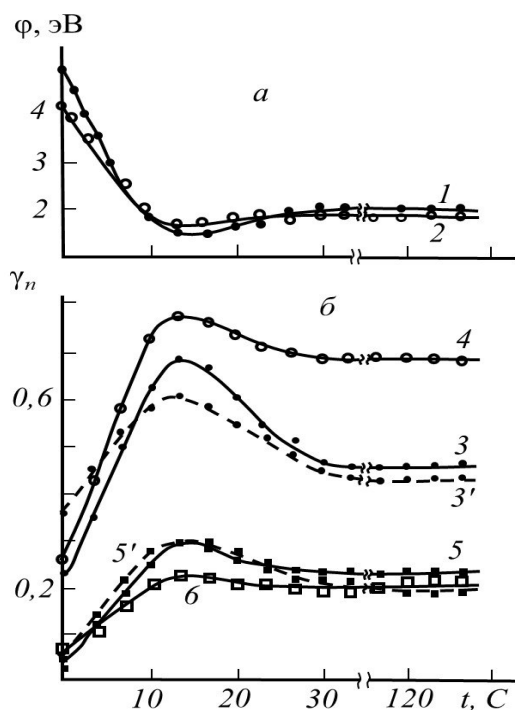


Рисунок 1. Зависимости ϕ (а) и γ_n (б) от времени t напыления атомов Cs на гранях (110) (1,3,5) и (111) (2,4,6) монокристаллов Mo при бомбардировке ионами Ag^+ (3,4) и Kr^+ (5,6). 3', 5'-расчет по формуле (1) при бомбардировке пленок Cs на грани (110) ионами Ag^+ при энергии $E=0,1$ кэВ

В изменениях $\phi(t)$ и $\gamma(t)$ при адсорбции атомов Cs и Na на поверхности металла наблюдается определенная корреляция. Однако анализ полученных кривых показывает, что характер зависимости (ϕ) при покрытиях поверхности до одного монослоя различен, т. е. различным ϕ соответствуют одинаковые значения γ_n . На самом деле параметры ПЭЭ определяются не только величиной ϕ , но и концентрацией валентных электронов n , и энергией Ферми ϵ_F металла [2, 8]. При формировании монослоя в основном изменяется работа выхода поверхности, а величины n_V и ϵ_F , практически остаются постоянными. В этих условиях параметры ПЭЭ определяются в основном изменением работы выхода поверхности. При переходе к пленке достаточной толщины следует ожидать изменения всех указанных свойств металла и параметры ПЭЭ будут определяться свойствами адсорбированной пленки[9,13]. Предполагая, что величины n и ϵ_F при адсорбции плавно меняются от значений, характеризующих подложку, до значений, соответствующих щелочному металлу, и учитывая зависимость γ от n_V от ϵ_F и n_V , можно записать для коэффициента ПЭЭ следующее выражение:

$$\gamma_n = \frac{0,8eV_i - 2\phi}{\epsilon_F} n_V$$

где- V_i потенциал ионизации атома бомбардирующего иона.

Результаты расчетов $\gamma_n(t)$ для пленок Cs на грани (110) Mo представлены на рисунки 2 кривыми 3 и 5 соответственно. Как видно, изменения γ_n в процессе формирования исследованных систем удовлетворительно описываются формулой (1).



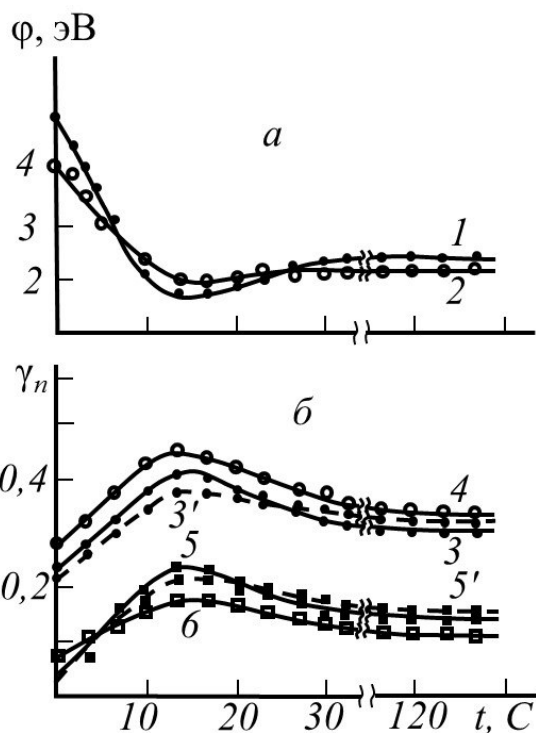


Рисунок 2. Зависимости ϕ (а) и γ_n (б) от времени t напыления атомов Na на грангах (110) и (111) монокристаллов Mo. Обозначения, как на **рисунок 1**.

Влияние структуры подложки на γ_n пленочной системы проявляется в различной степени для тяжелых и легких ионов. При бомбардировке ионами Ag^+ и Kr^+ изменения γ_n в процессе формирования пленки на рыхлой и плотно упакованной Mo происходят в соответствии с изменением работы выхода поверхности. Однако анизотропия в γ_n в данном случае оказывается значительно слабее, чем при некоторых других видах электронной эмиссии. Этот факт можно связать с характерном ЭС возбужденных электронов, который в случае ПЭЭ является более жестким [14,17].

Заключение. Видно, что начиная с некоторой энергии E_0 наблюдается почти линейное возрастание γ при бомбардировке пленок Cs на грангах (110) и (111) монокристалла Mo ионами Ag^+ . Естественно, оно обусловлено возбуждением электронов за счет кинетической энергии иона.

Таким образом, закономерности изменения γ_n со скоростью иона, обнаруженные ранее для ионов Ag^+ и металлов с $\phi \propto 4,2 \div 5,0$ эВ, являются общим и для тяжелых ионов. Отсутствует зависимости γ_n от v для последних, по-видимому, связано с ослаблением эффекта вследствие отражения возбужденных электронов от потенциального барьера значительной высоты.

Список литературы

1. Makhavikou M.A., Komarov F.F., Vlasukova L.A., Milchanin O.V., Parkhomenko I.N. High Temperature Material Processes Structural and Luminescent Properties of Sn-Doped SiO₂ Layers. 18 (2014) 255.
2. Умирзаков Б.Е. Электронно-спектроскопические исследования и анализ состояния поверхности многокомпонентных систем, созданных ионной имплантацией. док. дисс. Тошкент 1993. С.293
3. Умирзаков Б.Е., Ниматов С. Ж., Руми Д.С. Структура и свойства многослойных нанопленочных систем созданных на основе кремния. Монография. Тошкент.2013. 159.с
4. Кремков М.В. Корпускулярная низкоэнергетическая диагностика поверхности твердого тела. Изд. «Фан». Ташкент. 1986.162 С.
5. Миронов В. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Физика техники. Техносфера.Москва.2009
6. Неволин В.К., -«Основе туннельно – зондовой нанотехнологии: // Учебное пособие» Москва.МГИЭТ(ТУ) 1996. 91 с
7. Андреев В.Н., Никитин С Е., Климов В.А., Козырев С.В., Лещев Д.В., Штельмах К.Ф. Исследование фотохромных кластерных систем на основе оксидов Mo методом ЭПР-спектроскопии // Физика твердого тела. 2001.Т.43. №4. С.755
8. Аллаярова Г.Х., Ташмухамедова Д.А., Джабберганов Р.Изучение процессов формирования наноразмерных пленок MoO₃ при термическом окислении и ионной бомбардировке // Поверхность. 2021.№.2. С. 96-94



9. Гаврилов С.А., Белов А.Н. Электрохимические процессы в технологии микро- и наноэлектроники. М: Высшее образование -2009. С.272.

10. Аллаярова Г.Х. Электронная структура нанопленок MoO_3 полученных методом имплантации ионов O_2^+ в Мо. // Конференция посвящается 80 летнему юбилею академии наук Республики Узбекистан. У Х. Расулева 2019. 23 октябрь

11. Arnoldussen T.C. Electrochromism and Photochromism in MoO_3 // *Electrochem . Sol.Solid-State Technology* 1976.V.123.P.527

12. Аллаярова Г.Х. Получение и изучение электронной структуры нанопленок MoO_3/Mo . Поверхность.2020 №11. С74-78

13. Умирзаков Б.Е., Аллаярова Г.Х. Электронная спектроскопия поверхности нанопленок MoO_3 . «Техника ва технологик фанлар сохаларининг иновацион масалалари» Карши давлат университети 2020 22- сентябрь.

14. Аллаярова Г.Х. Влияния имплантации ионов Ba^+ на состав,электронные и оптические свойства монокристаллического Мо и Мо с оксидной пленок MoO_3 // УФЖ.2020. №6 С.123 15. А. Умирзаков Б.Е., Ташмухамедова Д.А., Гулямов С.Т., Аллаярова Г.Х.Влияние имплантации ионов Ba^+ на состав и электронные свойства пленок $\text{MoO}_3/\text{Mo}(111)$ // ЖТФ 2020.том.90. вып.5.С.831-834

16. Ли И. Капустин, “Скандатные катоды СВЧ-приборов: Достижения и перспективы”. Элементная база электроники. Электроника наука /технология/ Бизнес том 2, С.124-136, 2015.

17. Аллаярова Г.Х., Садикжанов Ж.Ш., Ёркулов Р.М. Ташмухамедова Д.А.Влияние имплантации ионов Ba^+ на состав и электронные свойства Мо и MoO_3 . Тезисы докладов XLIX международной Тулиновской конференции по физике взаимодействия заряженных частиц с кристаллами (Москва 29-мая 2019)



Simsiz sensor tarmoq asosida nozik sug'orish tizimlarini modeli va innovatsion loyihalar

Jo'rayev Mansurbek Mirkomilovich,
Andijon Davlat universiteti doktoranti
E-mail: jurayevmansurbek99@gmail.com

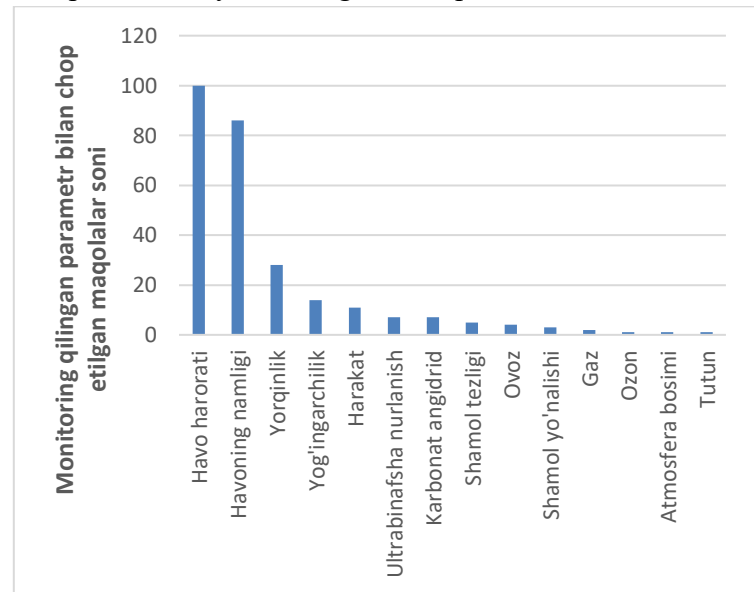
Annotatsiya. Suv zaxiralaridan tejab foydalanish bo'yicha sezilarli natijalarga erishish uchun avtomatlashtirilgan mikroprotessorli boshqaruv tizimidan foydalanish zaruriyati yuzaga keladi. Sug'orish jarayoniga avtomatlashtirilgan mikroprotessorli boshqaruv tizimini joriy qilish bu smart (aqli) sug'orish tizimini ishlab chiqish demakdir.

Kalit so'zlar: sug'orish tizimi, avtomatlashtirish, IoT, mobil ilova, sensorlar, mikrokontrollerlar, tuproq namligi, qurilma, qishloq xo'jaligi.

Kirish. Suv tanqisligi bo'lgan mamlakatlarda suvni boshqarish birinchi o'rinda turadi. Bu qishloq xo'jaligida katta miqdordagi suvdan foydalanadiganlar uchun juda foydali. Global isishning oqibatda mavjud bo'lgan suvga qarab oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish va iste'mol qilish uchun moslashish choralarini ko'rishga olib keladi. Shunday qilib, suvdan foydalanishni tejashga qaratilgan tadqiqotlar sug'orish jarayoni yil sayin takomillashib bordi. Qishloq xo'jaligini sug'orish uchun odatiy tijorat sensorlari tizimlar juda qimmatga tushadi, bu esa kichik fermerlar uchun bu turni amalga oshirish imkonni bermaydi. Biroq, suv xo'jaligini boshqarish va qishloq xo'jaligini monitoring qilishda qulay tizimlarni joriy qilish uchun ishlab chiqaruvchilar hozirda ulanishi mumkin bo'lgan arzon narxlardagi sensorlarni taklif qilmoqdalar. IoT va WSN texnologiyalaridagi so'nggi yutuqlar tufayli ushbu tizimlarni ishlab chiqishda qo'llanilishi mumkin.

Adabiyotlar tahlili. Harorat monitoringi IoT sug'orish tizimlarida ob-havo monitoringi bilan bog'liq eng keng tarqalgan parametrlardan biridir. DHT11 (Adafruit Industries, Nyu-York, NY, AQSh), DHT22 (Adafruit Industries, Nyu-York, NY, AQSh) va LM35 (Texas Instruments, Dallas, TX, AQSh) mos ravishda 3, 1 va 2 maqolalarda eng ko'p ishlatiladigan harorat sensorlari. Barcha bu sensorlar arzon sensorlardir. Bir tomondan, DHT11 va DHT22 harorat va nisbiy namlik ko'rsatkichlarini ta'minlaydi. Boshqa tomondan, LM35 va TMP-36 (Analog Devices, Norwood, MA, AQSh) kengroq harorat

diapazonlariga ega. Bu sensorlar arzon bo'lib, ulardan uzoq muddat foydalanishga taalluqli bo'lishi mumkin.

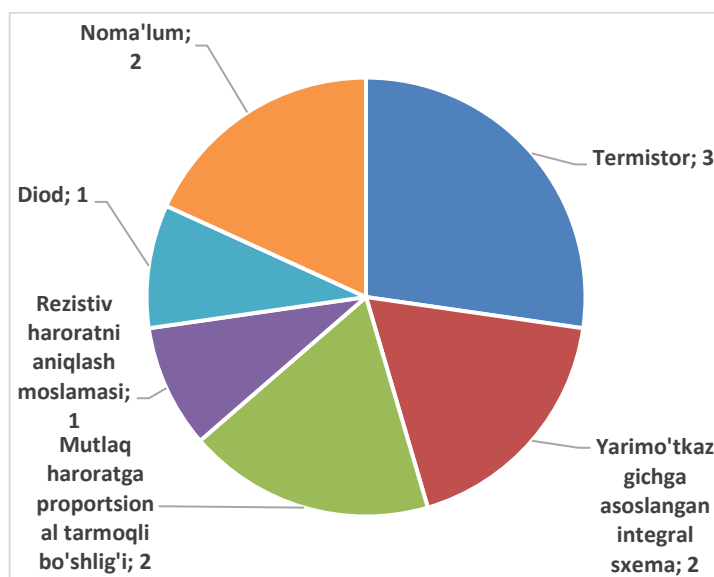


Rasm 1. Ko'p kuzatilgan ob-havo parametrlari.

Sensor turiga ko'ra, DHT11, DHT22 va AM2315 (Adafruit Industries, Nyu-York, NY, AQSh) kabi termistorlar harorat sensorlarining eng ko'p qo'llaniladigan turidir. DHT11 va DHT22 arzon narxlardagi sensorlardir. Shu bilan birga, AM2315 yuqori narxga ega bo'lib, yuqori diapazonning afzalliklari (-40 °C dan 125 °C) yuqori aniqlikka ega ($\pm 0,1$ °C). LM35 (Texas Instruments, Dallas, TX, AQSh) va DS18B20 (Maxim Integrated, San-Xose, CA, AQSh) [4] kabi yarimo'tkazgichga asoslangan integral sxemali harorat sensorlari va mutlaq harorat sensorlariga proporsional diapazon oralig'i, SH10 (Sensirion) AG, Staefa ZH, Shveytsariya) [7] va SH11



(Sensirion AG, Staefa ZH, Shveysariya) [5] turlari bo'yicha keyingi eng ko'p ishlatiladigan harorat sensorlaridir. SH10 va SH11 sensorlari harorat va nisbiy namlik ko'rsatkichlarini ta'minlaydi. Bundan tashqari, DHT11 bilan solishtirganda, ular yaxshi harorat diapazonlari va aniqligini taqdim etadi. Biroq, ular harorat diapazonlari, aniqlik va narx jihatidan DHT22 ga o'xshash. TMP36 (Analog Devices, Norwood, MA, AQSH) [6] dioddan tashkil topgan harorat sensori va EE160 (SENSOVANT, Paterna, Ispaniya) rezistiv harorat sensori hisoblanadi. FM-KWS (Dongguan Holchan Electronics Technology Co., Ltd., Dongguan, Xitoy) va BME250 (Adafruit Industries, Nyu-York, NY, AQSH) noma'lum turdagi.

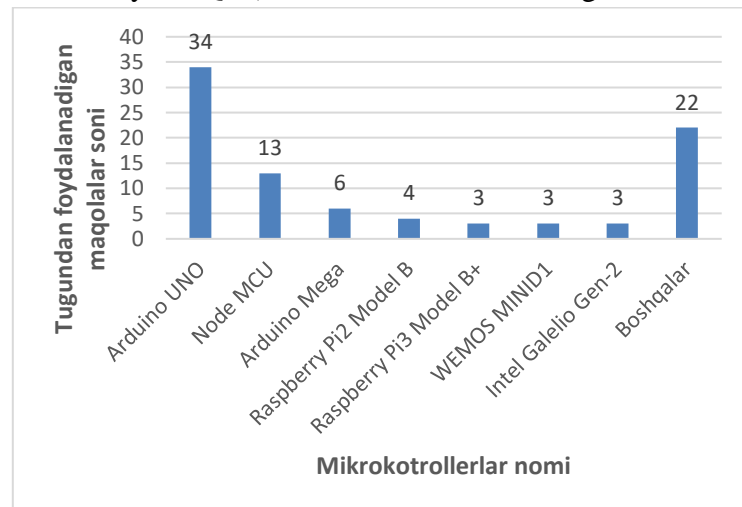


Rasm 2. Ko'pchilik tomonidan foydalanilgan harorat datchiklar turi.

IoT sug'orish tizimlari uchun eng ko'p ishlatiladigan IoT mikrokontroller haqida. Arduino platalari (Smart Projects Srl, Scarmagno, Italiya) IoT irrigatsiya tizimlarini amalga oshirish uchun eng ko'p foydalaniladigan mikrokontrollerdir. IoT irrigatsiya tizimlarida qo'llaniladigan Arduino tugunlarining turlari ko'rsatilgan. Arduino UNO va Arduino Megadan tashqari, Arduino Yun, Arduino Due va Arduino NANO boshqa IoT sug'orish takliflarida ishlatilgan.

Ba'zi boshqa mashhur platalar boshqa kompaniyalar tomonidan ishlab chiqariladi, ammo Arduino IDE yordamida dasturlashtirilishi mumkin.

Bulardan yana biri Node MCU (Espressif Systems, Shanxay, P. R. Xitoy) bo'lib, u 13 ta maqolada ishlatilgan. Boshqa platalar Wemos MINI D1 (Wemos, P. R. Xitoy) va Galileo Gen-2 (Intel, Santa Klara, Kaliforniya, AQSh) har ikkalasi ham ishlatilgan.



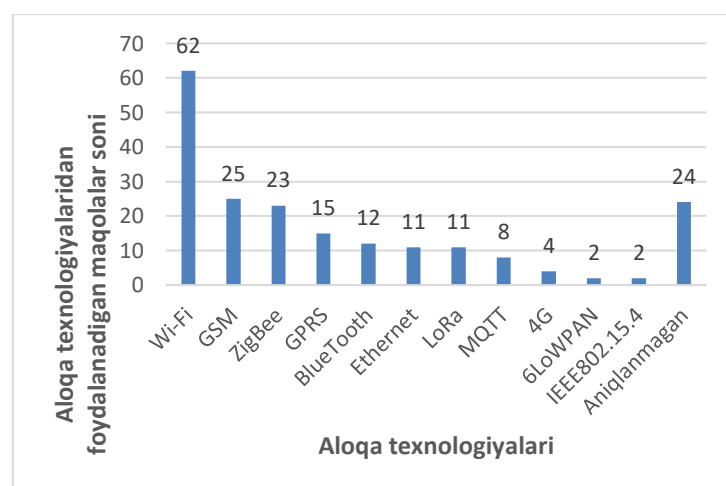
Rasm 3. IoT irrigatsiya tizimlarini amalga oshirish uchun eng ko'p ishlatiladigan tugunlar.

Modelda ketma-ket kuzatuv tizimi yordamida Thingspeak (bulut texnologiyalariga asoslangan qishloq xo'jaligi uchun ixtisoslashgan onlayn platforma) bulut texnologiyasi hisoblangan qiymatlar asosida qaror qabul qilishni nazorat qilish uchun ishlatilgan. Tizimga o'rnatilgan tuproq sensorlari orqali tuproq holati, namlik va ozuqa moddalari tarkibi haqidagi ma'lumotlar to'plansa, iqlim sensorlari orqali esa havo harorati va namlik darajasi haqidagi ma'lumotlar jamlanadi va serverlarga uzatiladi. Serverlarga uzatilgan ma'lumotlar tahlil qilinadi va tahlil qilingan axborotlar fermerga uzatiladi. Qishloq xo'jaligi maydonlarini nazorat qilishda energiya to'plovchi buyumlar interneti (EH-IoT – Energy harvesting Internet of Things) tizimi keltirib o'tilgan. Bu tizim modeli quyosh panellari orqali to'plangan energiyaning ma'lum qismini tizimga sarfab, qolgan qismini zaxirada to'plab turish jarayonini o'zida akslantiradi. Bunda qishloq xo'jalik maydonlariga o'rnatilgan sensorlardan olingan tabiiy parametrlar o'lchanadi va yig'ilgan ma'lumotlar buyumlar internet (IoT) bulut tizimi orqali mikrokontroller (Arduino Uno board) va Zig-Bee moduliga yuboriladi. Bir vaqtning o'zida talab qilingan



energiya tizimga yuboriladi va qolgan qismi zaxira batareyalariga to'planishni boshlaydi. Zaxirada to'plan- gan energiya tungi vaqtda quyosh energiyasidan foydalanishni iloji bo'lmagan vaqtda foydalaniladi. Mobil qurilma yoki kompyuterlar yordamida, foydalanuvchi masofadan turib ma'lumotlarni qabul qiladi va kuzatadi. So'nggi bosqichda fermer yig'ilgan ma'lumotlar orqali olib borilishi lozim bo'lgan ishlarni (sug'orish, resurslar menejmenti, ekinlarni nazorat qilish va hokazo) olib boradi. Taklif etilayotgan sug'orish tizimi ARM mikrokontroller, mobil telefonlar, GSM moduli, sensorlar to'plami va suv nasosini boshqarish blokidan iborat. Sensorlar to'plami haroratni o'lchash sensori, namlikni o'lchash sensori, yorug'lik sensori va yomg'ir sensoridan iborat bo'lib, u dala sharoitlarini kuzatish uchun ishlatiladi, masalan, havoning harorati, tuproq namligi, quyosh yorug'ligi va yog'ingarchilik kabi ma'lumotlar yig'iladi. Smartfonga o'rnatilgan kamera orqali olingan tasvirdan tuproq namligini aniqlash uchun sug'orish dasturi ishlab chiqilgan va kameraning bir tomonida Shaffof Anti-Reaktiv Shisha (TARG) muhiti bo'lgan to'rtburchak shaklidagi qurilma tuproqqa o'rnatiladi va bu qurilmadan smartfondagi kamera orqali tasvirga olinadi. Tasvirga olingan ma'lumotlar orqali smartfonga o'rnatilgan dastur tuproq holatini tahlil qiladi. Taklif qilinayotgan sug'orish tizimidagi Global Mobil aloqa (GSM) moduli mikrokontroller va smartfon o'rtasida xabarlarini yuborish va qabul qilish uchun ishlatiladi. Turli xil sensorlardan olingan ma'lumotlar va smartfonga o'rnatilgan dastur orqali tahlil qilingan ma'lumotlarni ARM mikrokontroller qabul qiladi va shu ma'lumotlarga asosan suv nasosini qo'shish yoki o'chirish orqali sug'orish tizimini boshqaradi. ARM mikrokontroller (GSM) moduli orqali fermerga sug'orish holati to'g'risida ma'lumotlarni jo'natadi va fermer butun sug'orish holatidan xabardor bo'lib turadi. Dastlab, taklif qilingan sug'orish tizimi yopiq kameraga joylashtirilgan smartfonga o'rnatilgan android ilovasi tomonidan olingan tuproq tasvirini tahlil qilish bilan boshlanadi. Android ilova olingan rangli tasvirlarni kulrang shkaladagi rasmlarga o'zgartiradi va o'zgartirilgan kulrang shkaladagi

rasmlarning gistogramma qiymatlarini hisoblab chiqadi. Gistogrammada tizim kulrang shkaladagi tasvirdagi piksellarning umumiy soni 200 tadan ko'p va 5000 atrofida bolsa, sug'orishga hojat yo'q degan qarorga keladi. Aks holda, ya'ni gistogrammada tizim kulrang shkaladagi tasvirdagi piksellarning umumiy soni 200 tadan kam bo'lsa, tuproq quruq holatda deb hisoblanadi. Bundan tashqari, sensorlardan olingan ma'lumotlar birgalikda tahlil qilinadi.



Rasm 4. IoT irrigatsiya tizimlarini amalga oshirish uchun foydalaniladigan aloqa texnologiyalari.

ARM mikrokontroller suv nasosini o'chirish va qo'shish orqali sug'orish tizimini boshqaradi.

Materiallar va usullar. Aqlli sug'orish tizimi IoT (the Internet of things) asosidagi qurilma bo'lib, bu qurilma tuproq namligi va atmosfera holatini (masalan, yomg'ir yog'ish yoki yog'masligini) hisobga olgan holda sug'orish jarayonini amalga oshiruvchi tizim. Sug'orish jarayonini avtomatlashtirilgan mikroprotessorli boshqaruv tizimi orqali uzluksiz tuproq namligi o'lchab turiladi va natijalar maxsus mobil ilova orqali kuzatuv displeyiga uzatiladi.

Aqlli sug'orish tizimini joriy etishdan maqsad dehqonlar mehnatini, suv zaxiralaridan unumli foydalanish va gidrotexnika inshootlaridan foydalanish samaradorligini oshirishdan iborat. An'anaviy usullarda xodimlar gidrotexnik inshootlarni, ya'ni motor, nasos va shu kabi boshqalarni ishga tushirish va ularni normal ish rejimini ta'minlash jarayonini qo'lda boshqaradilar. Qo'lda boshqarish ko'p vaqt talab etadi



va boshqarish natijasini oldindan aytib bo'lmaydi. An'anaviy usulda ob-havo prognozi oldindan hisobga olinmasligi ortiqcha sug'orish suv isrofiga sabab bo'ladi. Sug'orish bo'yicha mas'ul xodim qisqa vaqt ichida hamma narsani to'liq bajara olmaydi va bu sug'orish sifatiga, qolaversa mahsulot unumdorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Shunday qilib, sug'orish jarayonini yaxshilash va boshqarishni sifatini oshirish uchun sug'orish jarayonini avtomatlashtirilgan mikroprotssessorli boshqaruv tizimini va smart (aqlli) irrigatsiya tizimini yaratish zarurati paydo bo'ladi.

Aqlli sug'orish tizimi quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. Tomchilatib sug'orish: suv va o'g'itlardan foydalanishni aniq nazorat qilish imkonini beradi, bu esa ekinlarni sug'orish uchun zarur bo'lgan suv miqdorini sezilarli darajada kamaytirishga olib keladi.
2. Suv sarfini o'lchash: suv sarfi hisoblagich (schyotchik)lari yordamida suvdan foydalanishni nazorat qilish, ortiqcha suv sarfini oldini olish va istemolchi (dehqon, fermer)lar xarajatlarini kamaytirishga imkon beradi.
3. Ma'lumotlarni tahlil qilish: katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlashga mo'ljallangan dasturiy mahsulotlar iste'molchilarga taxliliv axborot natijalaridan foydalanish imkonini taqdim etadi.

Sug'orish jarayonini mikroprotssessorli boshqaruv tizimining texnik ta'minoti quyidagilardan iborat bo'ladi:

- ARDUINO UNO;
- LM35 temperatura sensori;
- namlik sensori;
- servomotor;
- suv sathi sensori;
- yorug'lik sensori;
- DHT11 namlikni datchigi;
- dasturiy ta'minot.

Boshqarish qurilmasi bilan obyekt (sug'oriladigan maydon) o'rtasida Internet tarmog'i orqali axborot almashinish uchun qo'llaniladigan datchiklar, sensorli qurilmalar va dasturiy ta'minotlar majmuasi IoT (the Internet of things) qurilmasini

asosini tashkil qiladi. Ushbu elektron qurilmalar Internetga ulanish va Internet orqali boshqa turdagi o'rnatilgan (masalan, datchiklar, sensorlar) qurilmalar bilan aloqa o'rnatishi va o'zaro aloqada bo'lishi imkonini beradi. Bunda tizimni masofadan turib nazorat qilish va boshqarish mumkin.

Mashinali o'rganish (o'qish) algoritmlari vazifalarni samarali va aniq bajarish uchun an'anaviy algoritmi ishlab chiqish qiyin yoki mumkin bo'lmagan hollarda, masalan elektron pochmani filtrlash va serverni aniqlash kabi turli xil dasturlarda qo'llaniladi. Mashinali o'rganish hisoblash statistikasi bilan chambarchas bog'liq bo'lib, u kompyuter dasturlari orqali bashorat qilishga mo'ljallangan. Ma'lumotlarni izlash - bu mashinali o'rganish sohasiga tegishli sohasi bo'lib, kuzatishlarsiz o'rganish orqali ma'lumotlarni izlab topishga mo'ljallangan. Mashinali o'rganish (ML) bashorat qilishga mo'ljallangan tahlil tizimi ham deb yuritiladi.

Mamlakatda oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda qishloq xo'jaligi faoliyati uchun sug'orish asosiy ustuvor omillardan hisoblanadi. Qishloq xo'jaligi an'anaviy sug'orish usullarini qo'llagan holda o'simliklarni yetishtirish uchun butun dunyoda mavjud bo'lgan chuchuk suv zaxiralarining 85 foizidan foydalanadi va bu aholining o'sishi bilan kunlik hayotda suv resurslariga bo'lgan talabni oshiradi. Respublikada iste'mol qilinayotgan suv resurslarining 91 foizi aynan qishloq xo'jaligiga to'g'ri keladi. So'nggi o'n yil ichida yerosti suvlari darajasining asta-sekin pasayishi va yog'ingarchilikning kamayib borishi kuzatilmoqda. Bu suv resurslaridan samarali foydalanish uchun sug'orish tizimida avtomatlashtirilgan tizimdan foydalanishni talab qiladi va tadqiqotchilarning aksariyati hozirgi paytda sug'orish tizimini avtomatlashtirishni dolzarb masala qilib qo'ymoqda. Bugungi kunda qishloq xo'jaligi sohasida "Smart agriculture - aqlli qishloq xo'jaligi", "Smart farming - aqlli fermer xo'jaligini amalga oshirish" hamda "Smart irrigation - aqlli sug'orish" kabi ko'plab yangidan-yangi atamalar qo'llanilmoqda. 2017-yildan 2023-yilgacha butun dunyo bo'ylab "aqlli qishloq xo'jaligi" uchun avtomatlashtirilgan tizimlar va



texnologiyalarining kengayishi kuzatilmoqda. Bunda ayniqsa VRT (o'zgaruvchan tezlikdagi texnologiya) tizimi va GPS qabul qiluvchi qurilmalar ushbu tarmoq o'sishiga salmoqli hissa qo'shadi. "Aqlli" qishloq xo'jaligida, zamonaviy sensor texnologiyalari, hisoblash va aloqa tizimida buyumlarni internet orqali bog'lash (IoT) qishloq xo'jalik jarayonlariga qo'llaniladi. "Aqlli" qishloq xo'jaligining asosiy ustunliklari ishlab chiqarish imkoniyatlarini, tuproq unumdorligini, qishloq xo'jaligi tizimini samarali boshqarish va aholi daromadlarini oshirish imkoniyatlarini yaratishdir. "Aqlli qishloq xo'jaligi" va fermer xo'jaligini yuritish bu iqtisodiy samaradorlikni oshirish va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirish maqsadida kenglikdagi va vaqtinchalik o'zgaruvchanlikni boshqarishdir. Bunda xo'jalikni to'liq boshqaruvida "Qaror qabul qilishga yordam ko'rsatuvchi tizimlar" ko'zda tutiladi, ya'ni resurslarni tejash yo'li bilan xarajatlarni maqbul- lashtirish orqali daromadlarni oshirish, GPS, GNSS (global navigatsion yo'ldosh tizimi), dronlar orqali olingan sur'atlar, giperspektral tasvirlardan foydalangan holda ekinlar hosili, tuproqdagi organik modda, azot va namlik miqdorlari, tuproq sho'rlanishi, suv resurslari hamda boshqa ko'rsatkichlarni xaritalash va monitoring qilish nazarda tutiladi. Smart farming – aqlli fermer xo'jaligini yuritish bu informatsion tizimlarning boshqaruvi bo'lib, qishloq xo'jaligida ishlarni maqsadli amalga oshirish uchun ma'lumotlarni to'plash, qayta ishlash, saqlash va tarqatish (targ'ibot etish)ning rejalashtirilgan tizimlari hisoblanadi. Yuqorida keltirilgan muammolar natijasida qishloq xo'jaligiga bo'ladigan salbiy ta'sirlarni anglagan holatda, "aqlli" qishloq xo'jaligiga o'tishning dolzarb masalalari va yechimlarini ko'rib o'tishimiz lozim. Tadqiqotlar va natijalar. Avstraliyadagi sug'orish ishlarini olib boruvchilarga tomchilatib sug'orish vaqti bo'yicha qisqa xabar xizmati (SMS) yuborish orqali sug'orish jadvalini tayyorlash uchun mobil telefondan foydalanishni o'rganilgan. Mikrokontrollerdan foydalangan holda tomchilatib sug'orish tizimi qishloq xo'jaligida atrof-muhit holatini kuzatish uchun aqlli sensor yordamida ishlab chiqilgan. Kasalliklarning paydo bo'lishi, harorat, nisbiy namlik va tuproq

namligi kabi holatlari doimiy ravishda kuzatib borish orqali aniqlanadi va u signal berish orqali amalga oshiriladi. Ushbu tizim tomchilatib sug'orishni real vaqt rejimida qishloq xo'jaligidan olingan fizik parametr qiymatlari yordamida tahlil qiladi. Avtomatlashtirilgan sug'orish tizimi suv resurslaridan qishloq xo'jaligida foydalanish uchun ishlab chiqilgan. Bunda tuproq namligi darajasi va haroratini o'lchash uchun datchiklar ekinlarning ildiziga yaqin yerga joylashtiriladi va simsiz axborot qurilmalarida mobil aloqa tarmog'i orqali veb-serverga olingan ma'lumotlar uzatiladi. H.Navarro, R.Martinezdel, M.Do- mingo, V.Soto va S.Torreslar datchiklar orqali tuproq namligi va maydonning atrof-muhit ma'lumotlarini tahlil qilgan holda o'simlikning haftalik sug'orish ehtiyojlarini baholash orqali sug'orishni boshqarish uchun sug'orish tizimini taklif qildilar.

Oxirgi o'n yillikda, texnologik o'zgarishlar qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqish jarayoniga o'z ta'sirini o'tkazdi. Sensor qurilmalari yordamida, fermerlar masofadan turib, yer maydonlaridagi to'yingan tuproq harorati, tuproqdagi namlik, o'simlikdagi kasalliklar haqida ma'lumotlarni bilish imkoniyati berish bo'yicha tadqiqotlar amalga oshirilgan. Olingan ma'lumotlar orqali fermerlar shu vaqtning o'zida kerakli chora va tadbirlarni olib borishi mumkin. "Aqlli" qishloq xo'jaligi tizimi orqali fermerlar buyumlar internet orqali bog'lash (IoT) yordamida yuqori ishlab chiqarish samaradorligiga erishishi mumkin. Yuqoridagi jarayonlarni amalga oshirish uchun "bulut" texnologiyalari (cloud technologies)dan ham foydalaniladi. Buyumlar internet orqali bog'lash (IoT) "bulut" texnologiyalaridan foydalanish orqali sensor uzatgan ma'lumotlar jamlanadi va uzatilgan ma'lumotlarni baholab, yuqori natijaga erishish uchun kerakli jarayonlar amalga oshiriladi. Bu kabi jarayonlarni amalda qo'llash uchun ma'lum o'lchov funksiyalari mavjud. Namlik (H) va harorat (P) ko'rsatkichlari orqali MISSENARD ko'rsatkichi funksiyasini keltirib o'tgan:

$$ET = P - 0.4 * (P - 10) \left(1 - \frac{H}{100} \right)$$



Humiture Index (Winterling 1979)
ko'rsatkichida esa, bug'lanish darajasi yordamida,
termal namlikni topish funktsiya yasi keltirib o'tilgan:

$$TH = P + (D - 18) \forall P < 30^\circ \quad (3.2),$$

bu yerda, d – gazlarning bug'lanish darajasi.
Barcha jarayonlarni umumlashtirish uchun maxsus
model ishlab chiqarilishi va taklif etilayotgan
modelning ishlash jarayonini aniqlash lozim
hisoblanadi. Misol tariqasida, (3.1) da hammualliflar
yaratgan qishloq xo'jaligida internet orqali buyum-
larni bog'lash (IoT) CLAY-MIST (IoT-Cloud Enabled
CMM index for Smart Agriculture Monitoring system)
indekslarni baholash bulut modeli tavsifangan va
ushbu modelda ishlatilgan uskunalar tahlil qilingan.

Sensor to'plami quyidagilardan tashkil topishi
mumkin: harorat sensori, namlik sensori, yorug'lik
sensori, yomg'ir sensori, shamol tezligi sensori,
atmosfera bosimi sensori, havoning namligi sensori va
hokazo. Ob-havo parametrlarini o'lchash uchun
ishlatilishi mumkin bo'lgan turli xil sensorlar mavjud.
Biroq, aqlli sug'orish tizimlari mavjud bo'lib, ular
ushbu sensorlarni o'z ichiga olmaydi va meteorologiya
agentliklarining ob-havo va atrof-muhit
ma'lumotlarini taqdim etadigan Yahoo kabi veb-
serverlarga atrof-muhit haqidagi ma'lumotlarni
so'rashni tanlaydi.

Natijalar. Taklif etilayotgan sug'orish tizimi
tuproq namligi va sensorlar to'plamidan olinadigan
ma'lumotlarga asoslanib, uchta asosiy holatga
bo'linadi:

1. Tuproq ho'l holatda – Suv nasosi o'chirilgan
holatda bo'lishi kerak.
2. Tuproq quruq holatda va yomg'ir yog'ishi
mumkin – Suv nasosi o'chirilgan holatda bo'lishi
kerak.
3. Tuproq quruq holatda va yomg'ir yog'ishi
mumkin emas – Suv nasosi qo'shilgan holatida bo'lishi
kerak. Tizim doimiy ravishda olingan ma'lumotlarni
tahlil qilish asosida sug'orish tizimini avtomatik tarzda
amalga oshiradi. Sug'orish jarayonining holati vaqti-
vaqti bilan SMS orqali fermerning mobil telefoniga
yuborib turiladi.

#	Namlik birinchisi	Namlik ikkinchisi	Antena kuchi	Vaqt
1	23,0	105,0	113,0	26 сентября 2022 г. 10:27
2	18,0	236,0	308,0	26 сентября 2022 г. 9:26
3	18,0	315,0	386,0	26 сентября 2022 г. 9:23
4	9,0	305,0	376,0	26 сентября 2022 г.

5-rasm. Ma'lumotlarni smartfondagi ko'rinishi.

5-rasmdagi keltirilgan jadvalga qo'shimcha
ustunlar qo'shish mumkin bo'ladi. Aqlli sensorga
asoslangan avtomatik tomchilatib sug'orish tizimi bir
hektar maydonda amalga oshirilgan va tajriba natijalari
boshqa zamonaviy usullar bilan taqqoslaganda ancha
samarali ekanligi kuzatilgan. Smartfonning android
dasturi tuproq tasvirini oladi, tuproqning namligini
hisoblaydi va unda mavjud bo'lgan GSM moduli orqali
ma'lumotlarni mikrokontrollerga uzatadi.

Xulosa. Tizim sug'orish zarurligini
mikrokontroller tomonidan qabul qilingan qiymatlar,
masalan, sensorlar chiqishi va olingan tasvirlar
bo'yicha hal qiladi. So'nggi yillarda qishloq
xo'jaligida an'anaviy sug'orish tizimidan foydalanish
ko'plab suv sarfni talab qilmoqda. Bundan tashqari,
yomg'ir suvlari va yerosti suvlari darajasi kun sayin
pasayib bormoqda va shu bilan qishloq xo'jaligi uchun
suv resurslaridan samarali foydalanish uchun yangi
tizimlarga bo'lgan talab kuchaymoqda. Qishloq
xo'jaligida suvdan samarali foydalanish uchun fermer
xo'jaliklarini qo'llab-quvvatlaydigan tizim bo'lishi
kerak. Yuqoridagi tahlillardan shunday xulosa qilish
mumkinki, aqlli sug'orish tizimi nafaqat suv sarfni
kamaytiradi, balki fermer va dehqon xo'jaliklarining
sug'orish tizimini nazorat qilishga ketadigan vaqtini



ham tejaydi hamda qishloq xo‘jaligida samaradorlikni oshiradi.

Adabiyotlar ro‘yhati.

1. Brajovic, M.; Vujovic, S.; Dukanovic, S. An Overview of Smart Irrigation Software. In Proceedings of the 4th Mediterranean Conference on Embedded Computing, Budva, Montenegro, 14–18 June 2015.

2. Debauche, O.; El Moulal, M.; Mahmoudi, S.; Manneback, P.; Lebau, F. Irrigation Pivot-Center Connected at Low Cost for the Reduction of Crop Water Requirements. In Proceedings of the International Conference on Advanced Communication Technologies and Networking, Marrakech, Morocco, 2–4 April 2018.

3. Sensors. Available online: <https://www.mdpi.com/journal/sensors> (accessed on 18 October 2019).

4. Kumar, A.; Surendra, A.; Mohan, H.; Valliappan, K.M.; Kirthika, N. Internet of Things based Smart Irrigation using Regression Algorithm. In Proceedings of the 2017 International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICT), Kannur, India, 6–7 July 2017.

5. Khattab, A.; Abdelgawad, A.; Yelmarthi, K. Design and Implementation of a Cloud-based IoT Scheme for Precision Agriculture. In Proceedings of the 28th International Conference on Microelectronics, Giza, Egypt, 17–20 December 2016.

6. Singh, K.; Jain, S.; Andhra, V.; Sharma, S. IoT based approach for smart irrigation system suited to multiple crop cultivation. *Int. J. Eng. Res. Technol.* 2019, 12, 357–363.

7. Wu, H.; Chen, F.; Hu, H.; Liu, Q.; Ji, S. A secure system framework for an agricultural IoT application. *advances in computer science and ubiquitous computing. Lect. Notes Electr. Eng.* 2016, 421, 332–341.

8. Laura García, Lorena Parra, Jose M. Jimenez, Jaime Lloret, Pascal Lorenz. IoT-Based Smart Irrigation Systems: An Overview on the Recent Trends on Sensors and IoT Systems for Irrigation in Precision Agriculture



METHODOLOGY FOR BUILDING LICENSE PLATE RECOGNITION SYSTEMS

Zulunov Ravshanbek Mamatovich

Associate Professor of the Department of software engineering,
Fergana branch of the Tashkent University of Information
Technologies,
Fergana, 150118, st. Mustakillik, 185
E-mail: zulunovrm@mail.ru

Akhmadjonov Ikhtiyorjon Rovshanjonovich

Master's student at the Faculty of Computer Engineering,
Fergana branch of the Tashkent University of Information
Technologies,
Fergana, 150118, st. Mustakillik, 185

Ergashev Otabek Mirzapulatovich

Associate Professor of the Department of Information
Technologies, Fergana branch of the Tashkent University of
Information Technologies,
Fergana, 150118, st. Mustakillik, 185
E-mail: ergashev1984otabek@gmail.com

Abstract. This article discusses the importance of automated online recognition of text information, focusing on license plate recognition systems. The benefits of such systems include automating vehicle control at restricted access areas, parking lots, service stations, and highways. The general structure of a typical license plate recognition system is illustrated in Figure 1. The article highlights the role of video cameras as image capturing devices and the restrictions associated with their installation, such as camera tilt angle and resolution. It also mentions the importance of minimum contrast for license plate images and the use of infrared illumination to enhance contrast. Preprocessing steps for the captured images are outlined, including image correction, blurring effect elimination, redundant information elimination, and car localization using a software motion detector. The article emphasizes the continuous improvement and modification of existing license plate recognition systems worldwide.

Keywords: license plate recognition systems, vehicle control, restricted access areas, parking lots, service stations, minimum contrast, infrared illumination, preprocessing steps, image correction, blurring effect elimination, redundant information elimination, car localization, software motion detector.

Introduction

Automated online recognition of text information, particularly in the context of license plate recognition systems, holds significant importance across various practical applications. Such systems play a crucial role in automating vehicle control processes at restricted access areas, parking facilities, service stations, and highways. By seamlessly integrating with existing infrastructure, these systems

enhance operational efficiency, facilitate traffic management, and contribute to enhanced security measures.

The necessity for automated license plate recognition arises from the increasing demand for efficient and reliable solutions to monitor vehicle movement and enforce regulations. In this context, this article aims to explore the methodologies and advancements in license plate recognition systems,



shedding light on their significance and evolving capabilities.

The discussion encompasses the general structure of a typical license plate recognition system, emphasizing the pivotal role of video cameras as image capturing devices. Various considerations regarding camera installation, such as optimal resolution and angle, are highlighted, underscoring the challenges associated with achieving accurate image capture.

Furthermore, the article delves into the preprocessing steps essential for refining captured images, including image correction, blurring effect elimination, and redundant information elimination. Special attention is given to the utilization of infrared (IR) illumination to enhance image contrast, thereby improving the efficiency of subsequent recognition processes.

Methods

The study aimed to develop an automated system for online recognition of text information, focusing on license plate recognition. The methods employed involved capturing images using video cameras, preprocessing the images to enhance contrast and eliminate redundant information, localizing license plates within the images, and recognizing individual characters on the license plates.

Image Capturing and Preprocessing: Video cameras were utilized as image capturing devices. The cameras were installed with specific optical resolutions to ensure optimal framing of license plates within the captured images. Moreover, the installation angle of the cameras was carefully considered to minimize occlusions caused by nearby vehicles. Preprocessing steps were applied to the captured images, including image correction, blurring effect elimination, and redundant information elimination. Infrared (IR) illumination was employed to enhance contrast, particularly for license plate images.

Localization of License Plates: Two approaches were utilized for localizing license plates within the images: edge detection algorithms and the Hough transform. Edge detection algorithms such as Sobel, Kenny, and Robinson were employed to detect horizontal and vertical edges within the images. A

window-based method was then employed to estimate the presence of license plates within the highlighted areas. Additionally, the Hough transform was utilized to detect areas of various shapes, including rectangles, in the images. The transform outputted a set of candidate regions for license plate localization based on the detected shapes.

Character Recognition: Following license plate localization, character detection and recognition operations were performed. Binarization algorithms were used to eliminate redundant information, with the binarization threshold determined based on the brightness histogram of the images. An average intensity projection method was employed to detect individual characters within the binarized images. Geometric constraints were applied to filter out unwanted regions, ensuring only valid characters were retained. Character recognition was achieved using a modified font algorithm, specifically the zone method. This method involved training a reference set of zone descriptions for each symbol and then comparing the zone description of the tested symbol with the reference set to identify the nearest match.

Results

The developed system was evaluated on a dataset consisting of 200 images containing license plates. The system achieved a recognition accuracy of 85% for license plates within the tested images. The performance of the system was assessed based on its ability to accurately localize license plates, eliminate redundant information, and recognize individual characters. The results demonstrated the effectiveness of the proposed methods in achieving reliable license plate recognition in real-world scenarios. Further optimizations and enhancements may be explored to improve the system's performance and extend its applicability to diverse environments and conditions.

The problem of automated online recognition of text information is an urgent task associated with a wide class of practical applications. One of these tasks is license plate recognition. Creating an automatic system that registers license plates allows you to:



- automate control of entry and movement of vehicles at facilities with limited access and closed areas;
- monitor entry and exit to parking lots, automatically calculate the cost of services provided, and control free space;
- automate control of the departure of paid or unpaid vehicles at service stations and car factories, control the load of the service area;



Fig. 1. General structure of a typical license plate recognition system

- monitor the entry, exit and time spent of vehicles on the territory of the warehouse and terminal, prevent possible thefts;
- on highways, ensure control of traffic flows and carry out automatic tracing of stolen vehicles and those with a record of offenses;
- automate the collection of statistics for municipal services.

Today, there are already several systems for automatic recognition of license plates in the world. All of them are far from perfect and are constantly being modified. However, the general structure and solutions to this problem have already been formed (Fig. 1).

The image capturing device is a video camera. There are a number of restrictions imposed on the installation of a video camera. The optical resolution of the camera is selected so that the number plate occupies horizontally from 25 to 33% of the frame. The maximum permissible vehicle speed at which recognition is possible depends on the angle of the camera to the road surface. The work [1] declares: "The typical camera tilt angle should be 40° so that the car in front does not block the next one," which also imposes a number of restrictions. The vertical size of the number plate decreases in proportion to the cosine value of the camera tilt angle. Consequently, it is necessary to increase the optical resolution, which leads to a reduction in the width of the field of view. Some license plates can be installed with an inclination towards the road surface. At a large angle of

inclination, recognizing such license plates is very problematic. Horizontal installation of the video camera is considered optimal, i.e. at the level where the number plate is located. This installation is used in systems for automatic entry into closed areas, parking, etc.

Another important parameter is the minimum permissible contrast of the license plate image. In some systems, an additional module is installed, consisting of infrared illumination and a corresponding filter [2]. This approach allows you to increase the contrast of the license plate in relation to the rest of the image. This technology is based on the fact that the license plate has a special reflective coating, in which the reflected light propagates in the opposite direction to the propagation of the incident light (i.e., the angle between the incident and reflected beam is 0°), due to whereby the camera will perceive mainly infrared light and light reflected from the license plate (Fig. 2). The picture in this case will be monochrome without details, with the exception of the license plate.

Preprocessing of the resulting image includes the following steps.

1. Image correction – equalization, limitation of extreme brightness values, modification of the brightness distribution histogram.
2. Elimination of the image blurring effect that occurs due to the fact that the vehicle speed is greater than the registration speed (shift compensation).
3. Elimination of redundant information – use of infrared (IR) illumination, binarization, splitting the image into separate color regions.
4. Using a software motion detector to localize the car in the image.



Fig. 2 Image preprocessing: a) original image, b) using IR illumination, c) binarized image



The disadvantage of preprocessing with binarization is that the selected binarization threshold does not provide the required quality for any type of image. Factors such as lighting or even the color of the vehicle affect the quality of the image binarization. The use of adaptive binarization methods, however, makes it possible to solve this problem more qualitatively.

One of the approaches used to localize the license plate is the method of detecting image boundaries using algorithms such as the algorithm of Sobel, Kenny, Robinson, etc. [3]. The edge detection algorithm must detect both horizontal and vertical edges. The resulting image, after highlighting the edges, should contain a large number of lines in the area of the license plate, since it contains symbols. This is the main property that is used to highlight the license plate area in the image.

To localize the license plate area, a window is created approximately equal to the size of the license plate in the image. This window is used to estimate the number of edges in all areas of the image that have the greatest contrast. The window is superimposed on the resulting image in the most contrasting areas. If the number of edges is in the specified range, then this area is marked as an area that may contain a license plate. The required number of faces is determined experimentally.

But. The result of this window is a list of possible candidate areas that may contain a license plate. The disadvantage of this approach is that the candidate selection process is slow, since the values of all pixels in the selected window must be summed repeatedly. Another disadvantage is the recruitment of a large number of license plate candidates.

An alternative approach for license plate detection is the Hough transform, which is used to detect areas of various shapes in an image, such as a circle, ellipse, straight line, etc. [4]

The input of the Hough transform is a binary image with vertical and horizontal selected edges. At the output of the transformation, we obtain a set of straight lines that limit the proposed license plate, that is, a list of possible candidates for the location of the license plate.

The Hough transform algorithm for straight line detection is as follows.

1. Selecting the starting pixel $A(x,y)$.
2. Selecting the final pixel $B(x,y)$.
3. Counting binary image points along line AB. rectangle describing the car number
4. If the number of counted pixels is greater than the specified threshold value, then the AB line is present in the image and is marked.
5. Return to step 1 and select two more pixels until the last image point is reached.

Horizontal and vertical pairs of lines are compared. Horizontal and vertical pairs of lines that make up a rectangle with a ratio of sides approximately equal to the ratio of the sides of the number plate are marked as an area possibly containing a number.

One of the disadvantages of the Hough transform is the fact that the vertical lines on the license plate are much shorter than the horizontal ones and, therefore, can be noisier.

Once the license plate has been localized, the character detection operation is performed. To eliminate redundant information, a binarization algorithm is used. The threshold is selected in the algorithm based on the brightness histogram of the image, which is a one-dimensional array $H[0.255]$, each cell of which contains the number of image points with intensity value I .

According to observations, a license plate has the following property: the average area of all symbols is about 23% of the area of the entire license plate, which is rectangular in shape. For different numbers, deviations from this value do not exceed 5%. In this case, the binarization threshold T can be determined by the following expression $\sum_{j=0}^{T-1} H[j] \leq 0, 23S$, where S is the area of the rectangle describing the car number. The result of this algorithm is presented in Fig. 3.



Fig. 3. Binary image

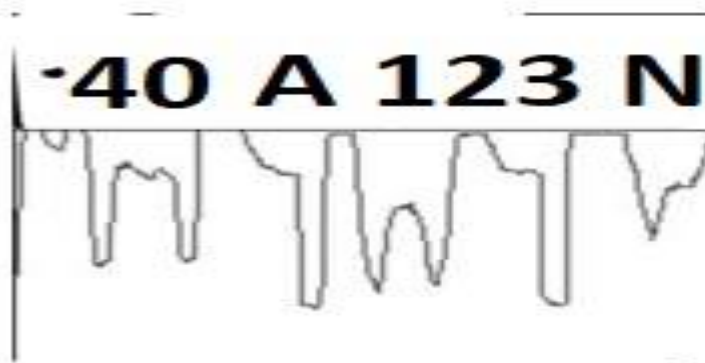


Fig. 4. Horizontal projection (average intensity distribution) of the number plate

The next step is to search for individual characters. For this purpose, we use a method based on constructing an average intensity projection (Fig. 4). The essence of this approach comes down to the following:

the average intensity in each column is calculated, and in places where there is no symbol, the average intensity will differ significantly. Then, performing the same operation on lines, a set of individual characters is obtained that can already be recognized.

After performing this operation, we can receive both symbols and various interference that need to be eliminated. This is achieved by checking a number of conditions that the symbol must satisfy as a geometric object.

First, the dimensions of the rectangle describing the candidate region are calculated. Checking the condition $0.9 \leq a/b \leq 3.5$ is met, where a and b are the width and height of the object, respectively. Objects that do not satisfy this relationship are discarded from consideration.

Secondly, the fulfillment of conditions is checked; those that do not satisfy this relationship are discarded from consideration.

Secondly, the fulfillment of the condition $0.4 \leq b/h \leq 0.9$ is checked. where h is the height of the rectangle, describing the car number. This relationship imposes a limit on the minimum and maximum height of characters in relation to the height of the number.

Finally, the third condition aims to remove small areas of no interest. Among the objects that satisfy the above-described

Under certain conditions, an object with the maximum area of the describing rectangle $S_{max} = a \times b$ is selected. Then, among the remaining areas, those are selected

which satisfy the condition $S/S_{max} \leq 0.1$, where S is the area of the rectangle of the candidate object.

Checking these simple conditions allows you to eliminate all unnecessary objects, selecting only eight digits of the number (Fig. 5).



Fig. 5. Highlighted characters

Since the license plate contains a limited set of characters in a fixed font, in this case it is advisable to use a font recognition algorithm. The principle of operation is based on direct comparison of the symbol image with the standard. The degree of dissimilarity is calculated as the number of mismatched pixels. To ensure acceptable accuracy of the template method, preliminary image processing is required: normalization of the size, slope and thickness of the stroke. The standard for each class is usually obtained by averaging the symbol images of the training set.

This method is easy to implement, works quickly, is resistant to random image defects, but has a relatively low accuracy. Widely used in modern character recognition systems.

To recognize characters, we use one of the modifications of the font algorithm – the zone method [6]. This method is based on comparing the zone representation of a symbol image with a reference set of zone representations of symbols. Therefore, the recognition algorithm consists of three main procedures: training, loading a set of reference zone descriptions, and recognition.

At the training stage, a complete reference set of binary images of symbols, images of all valid



symbols, was used. In this case, for each reference image in the set the following actions were performed.

- Determine the minimum rectangle containing all black pixels.
- Uniform division of the frame into $N \times M$ rectangular zones.
- Counting the number of pixels belonging to each
doyle zone.

Formation of a zone description vector consisting of the number of black pixels for each zone, normalized by dividing by the total number of black elements of the entire image.

The number of pixels belonging to each zone is counted by voting black pixels. In this case, each pixel is considered as a square of size 1×1 , the position of the zone boundaries is calculated with subpixel accuracy, and each black pixel votes in favor of those zones with which it intersects, with a weight equal to the intersection area.

As a result of the training stage, for each symbol, a zone description file, a symbol name in ASCII code, and a zone description vector of size $N \times M$ with elements of float type are generated. The zone description vector is written line by line, from left to right, top to bottom.

When loading reference data, the reference file is read and a corresponding list of reference vectors of zone descriptions is generated.

When analyzing each symbol, the following operations are performed:

1. formation of a zone description vector;
2. formation of a distance vector;
3. symbol classification based on the distance vector.

The formation of the zone description vector is carried out as described earlier for reference images.

The formation of a distance vector involves sequential calculation of Euclidean distances between the vector of the zone description of the tested symbol and the vectors of zone descriptions of each standard in the list. Classification of a symbol is carried out by analyzing the distance vector and selecting the “nearest neighbor” among the standard zone descriptions.

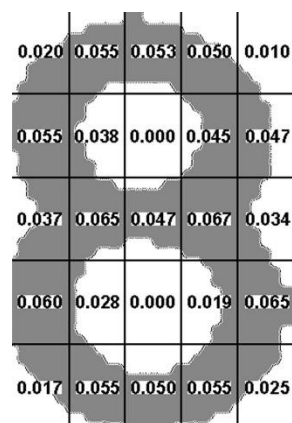


Fig. 6. Reference image of the symbol “8”

Taking into account the structure of the strokes of the characters, for the size of the character images of the order of 10×15 pixels, the optimal number of zones will be $N \times M$, where $N=5$ and $M=5$. With this choice of zone resolution, the used method of normalizing the zone description vector makes it possible to ensure the stability of this recognition method to changes in the thickness of symbol strokes due to instability of the brightness characteristics of the image.

In Fig. Figure 6 shows the reference image of the symbol “8”, the division into zones and the pixel weights of each zone.

The sequence of algorithms described above was used to create a program for searching and recognizing license plates. The program was developed in the Delphi 7 environment and tested on 200 images, the probability of recognizing a license plate was 85%.

Conclusion

In conclusion, the study provides valuable insights into the realm of automated license plate recognition systems, highlighting their pivotal role in modern traffic management and security operations. Through the utilization of video cameras and sophisticated preprocessing techniques, these systems enable efficient capture and processing of license plate images, facilitating seamless vehicle monitoring and control. Moving forward, ongoing advancements and refinements in license plate recognition technology are anticipated, paving the way for enhanced functionality and reliability. Future research endeavors may focus on addressing existing limitations, such as improving recognition accuracy under challenging conditions and optimizing system efficiency for real-time



applications. In essence, automated license plate recognition systems continue to evolve as indispensable tools in modern transportation infrastructure, offering unparalleled capabilities for efficient vehicle management, security enforcement, and traffic monitoring.

References

1. R.Zulunov, S.Xadjyev. Staff Incentives Based on Kpi Principles. *Periodica Journal of Modern Philosophy, Social Sciences and Humanities*. 2023. – Т. 17. – p. 101-105.
2. Р.Зулунов, М.Махмудова. Технологии Искусственного Интеллекта и Нейрокибернетики. *Periodica Journal of Modern Philosophy, Social Sciences and Humanities*, 2023, Т.17, с. 90–93.
3. Р.Зулунов, А. Каюмов. Искусственный интеллект - от мифологии до машинного обучения. *Proceedings of International Educators Conference*. Том 1, 2, с. 25-30.
4. Р.Зулунов, А.Абдукодиров. Этические и правовые аспекты внедрения искусственного интеллекта. *Research and implementation*, 2023, 1/6, с. 14-20.
5. Р.Зулунов, Б.Солиев. Использование Python для искусственного интеллекта и машинного обучения. *Al-Farg'oniy avlodlari*, 2023, 1/3, с. 18-24.
6. R.Zulunov. Sun'iy intellektni axloqiy va huquqiy muammolari. *Journal of technical research and development*. 2023, 1/1, с. 120-124.
7. Р.Зулунов, Д.Ирматова. Использование технологий искусственного интеллекта. *Журнал интегрированного образования и исследований*. 2022, 1/6, с. 53-56.
8. Р. Зулунов, А.Горовик. Методика преподавания визуального программирования для детей. *Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты: сборник статей Международной научнопрактической конференции*. – Брянск: БрГИТУ, т.1, с. 193-197.
9. Р. Зулунов, А.Горовик. Внедрение технологий искусственного интеллекта, нравственные и правовые нормы. *Conference on*

Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions", 2023.

10. Абдулхамидов, А. (2023). СВЁРТОЧНАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ХЛОПКА ПО СТЕПЕНИ РАСКРЫТИЯ. *Engineering problems and innovations*, 1(3), 23-34.
11. Азизжон А. и Эркин У. (сентябрь 2022 г.). Выбор камеры для распознавания хлопка-сырца и анализа его основных параметров. В 2022 году Международная конференция по информационным наукам и коммуникационным технологиям (ICISCT) (стр. 1-4). IEEE.
12. Abdulhammadov, A. A. (2021). PROSPECTS FOR TELECOMMUNICATIONS SERVICES IN UZBEKISTAN. In *СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ НАУК* (pp. 183-187).
13. Абдулхамидов, А.А. (2021). К ВОПРОСУ ОБ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЯХ К ДАТЧИКАМ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ.



IQTISODIY JINOYATLAR VA ULARNING OLDINI OLISH UCHUN DASTURIY MAHSULOTLAR ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH

Abduhafizov Tohirjon Ubaydulla o'g'li,
Milliy gvardiya Farg'ona mintaqaviy
o'quv markazi o'qituvchisi
abduhafizoff@gmail.com

Abdurasulova Dilnoza Botirali qizi,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU
Farg'ona filiali assistenti
abdurasulovad1@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada iqtisodiy jarayonlarning turlari va asosiy tushunchalar haqida qisqacha ma'lumotlar berilgan va hozirgi texnologik jaryonlarda iqtisodiy jinoyatlarning havlilik darajalari va bartaraf etish tushuncha va algoritmlari haqida so'z borgan.

Kalit so'zlar: algoritm, iqtisodiyot, tahlil, bojxona, politika, maxfiylik, korruptsiya

"Iqtisodiy jinoyatlar" ifodasi, iqtisodiyat sohasida yoki boshqa maqbul tushunchalar bilan bog'liq bo'lgan jinoyatlar sohasida qo'llaniladi. Bu tushuncha iqtisodiy faoliyatning tartibi, qonunlar va normativ-huquqiy hujjatlarga rioya qilishga oid bo'lgan jinoyatlar bilan bog'liq.

Iqtisodiy jinoyatlar ichiga qo'shimcha, moliyaviy qo'llanma va maqbul qonunlar, soliq siyosati, bojxona jinoyatlari, tartibga solish, bojxona siyosati, iqtisodiy tashqi politika va boshqalar kiritiladi.

Iqtisodiy jinoyatlar quyidagi turlarga bo'linadi:

- Soliq siyosati jinoyatlari: Bu turlar soliq tizimini tartibga solish, soliqdan qochish yoki soliqni to'lamaslik va boshqalar bilan bog'liq bo'lishi mumkin.
- Bojxona jinoyatlari: Bojxonalarda qonunlarga rioya qilish, maxfiylikni buzish va boshqalar bilan bog'liq jinoyatlar kiradi.
- Tartibga solish va bojxona siyosati jinoyatlari: Bu jinoyatlar tartibga solish organlariga yoki bojxona hujjatlari bilan bog'liq bo'lishi mumkin.
- Iqtisodiy tashqi politika jinoyatlari: Davlat tashqi saqlash organlariga qarshi kelishilarni qo'llash, xorijiy mamlakatlarga qarshi davlat siyosati niyatlari, xorijiy investitsiyalarga

qarshi kurashish va boshqalar bilan bog'liq jinoyatlar kiradi.

- Iqtisodiy jinoyatlar qonunlar va normativ-huquqiy hujjatlarning bajarilishiga rioya qilinmaydigan harakatlar sifatida qaraladi. Bu jinoyatlar o'zlarini tartibga solish, moliyaviy jazolar yoki boshqa huquqiy tajovuzlar bilan natijalanishi mumkin.
- Iqtisodiy jinoyatlar ko'p sabablarga asoslangan bo'lishi mumkin. Bu sabablardan ba'zilari quyidagilardir:
- Moliyaviy islohotlar va zaharlar: Moliyaviy islohotlar, moliyaviy-siyosiy o'zgarishlar va iqtisodiy jinoyatlar uchun imkoniyatlarni yaratishi mumkin. Bu o'zgarishlar kabi sohada qonunlarning qulay foydalanilishi va tadbirlar o'tkazilishi uchun qolgan joylar yuzasidan keladi.

Rivojlanayotgan mamlakatlar bilan munosabatlar: Xalqaro tashqi iqtisodiy aloqalarni uzluksiz yaxshilashda voqealar, diplomatik munosabatlarda o'zgarishlar va qaramliklar o'tkazilishi, iqtisodiy boylikning hisobga olingan shakllarda ishlash va boshqa xalqaro moliya tashkilotlari bilan aloqalar iqtisodiy jinoyatlarga sabab bo'lishi mumkin.



Harbiy xatarlar va qaramliklar: Harbiy xatarlar, qaramliklar va siyosiy ziddiyatlar o'zgaruvchan iqtisodiy muhitda jinoyatlarga sabab bo'lishi mumkin.

Bu sabablarning barchasi o'zaro bog'liq bo'lishi mumkin va iqtisodiy jinoyatlarni tahlil qilishda ko'p xususiyatlarga ega bo'ladi. Iqtisodiy jinoyatlarni oldini olish va ularga qarshi kurashish uchun amaliyotlar olib borilishi, qonunlar va qonun to'g'risidagi jiddiy muhofazani rivojlantirish, moliyaviy hisob-kitob tizimini kuchaytirish va korrupsiyaga qarshi kurashish kabi muhim tadbirlarni o'tkazish kerak.

Iqtisodiy jinoyatlar, tijorat, investitsiyalar, korporativ boshqaruv va boshqa iqtisodiy sohalar ustida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan jinoyatlar to'plamini ifodalaydi. Bu jinoyatlar insonlar o'rtasidagi moliyaviy munosabatlarni buzish, adolatsizlik va tartibsizliklar, korrupsiya, oligarxiya tuzilishi va boshqa turlarga taalluqli bo'lishi mumkin.

Bunday dasturlar umumiy holda quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

Ma'lumotlarni to'plash va saqlash: Ma'lumotlar muhokama qilingan manbalar, ma'lumotlar bazalari yoki boshqa ma'lumotlar manbalaridan to'plangan va saqlangan bo'lishi mumkin.

Ma'lumotlarni tahlil qilish: Ma'lumotlar, iqtisodiy jinoyatlar va ularning oldini oladigan faktorlar va belgilangan shakllar bo'yicha tahlil qilinishi kerak. Bu, statistik tahlillar, ma'lumotlar madaniyati analizi, shakl va yuridik boshqarmalar bo'yicha tahlillar o'z ichiga oladi.

Algoritm va modelni yaratish: Dastur, o'z ichiga jinoyatlar va ularning oldini olish uchun algoritmlarni va modellarni o'z ichiga oladi. Bu modellar odatda ma'lumotlarni taxmin qilish uchun yaratiladi.

Dastur tizimini ishga tushirish: Dastur, yaratilgan algoritmlarni amalga oshirish uchun mahsulotlar, tizimlar va platformalar orqali ishga tushiriladi.

Monitoring va yangilanish: Dastur, jinoyatlar va ularning oldini olish jarayonini kuzatib borish uchun monitoring tizimlarini o'z ichiga oladi. Bu tizimlar,

yangi ma'lumotlar, jinoyatlar yoki o'zgarishlarni aniqlashda yordam bera oladi.

Bu dasturlar, iqtisodiy jinoyatlar va ularning oldini olishda o'zaro bog'liq ma'lumotlar to'plash, aniqlash va taqdim etishning yanada samarali bo'lishini ta'minlaydi. Bu sohada faoliyat ko'rsatayotgan tashkilotlar, dasturlarni yangilash va rivojlantirish orqali o'zlariga mos keluvchi yechimlarni qurishadi.

Metodlar. Iqtisodiy jinoyatlar bilan kurashishda muhim metodlar mavjud. Huquqiy, iqtisodiy, va ijtimoiy sohada ishlov beruvchi tashkilotlar orqali monitoring va tekshirish jarayonlari o'rniga keladi. Xususan, adliya organlari va moliyaviy ichki kontrolni rivojlantirish, hisobot beringan tashkilotlarni kuchaytirish va hisobot olishni kengaytirish, ijro etilgan jinoyatlarning jazo va taklif etilgan mablag'larini tiklash, shuningdek, moliyaviy himoyachi tizimlarni kuchaytirish jarayonlari iqtisodiy jinoyatlar bilan kurashishda muhim vazifalardir.

Holbuki, transnatsional tashkilotlar va mamlakatlarning o'rtasida hamkorlik va axborot almashish orqali iqtisodiy jinoyatlarga qarshi kurashish ham muhimdir. Yuridik va iqtisodiy reformalarni amalga oshirish, hisobot beringan tashkilotlarning ommaviy hisobotlarini rivojlantirish va odamlar o'rtasidagi axborot almashishni kuchaytirish bu jarayonlarni mustahkamlaydi.

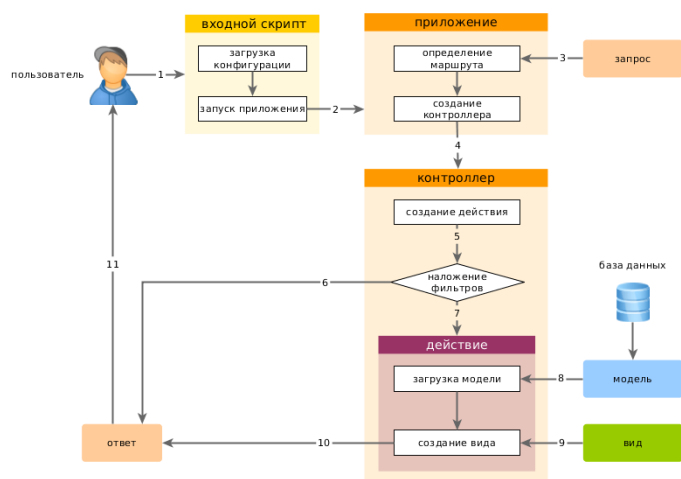
Natijalar. Iqtisodiy jinoyatlar bilan kurashishning natijalari katta va murakkab bo'lib, ularning yetarlicha muammo hosil bo'lishi va insoniy resurslarni buzishiga olib kelishi mumkin. Yuridik va moliyaviy sistemalarni yanada rivojlantirish, ta'lim tizimlarini muhofaza qilish, adliya organlarini o'rnatish va ularni ta'lim berish bu natijalarni yaxshilaydi. Ularga qo'shimcha yig'ilish, o'zaro ishlab chiqarish va axborot almashishda samarali hamkorlik muhimdir.

Iqtisodiy jinoyatlar bilan kurashda amalga oshirilgan reformalar va muhim islohotlar esa mamlakatlararo tashkilotlar va moliyaviy tashkilotlar orasidagi isbirligini yanada kuchaytiradi. Transnatsional tashkilotlar bilan hamkorlik va adolatni



ta'minlashda global yechimlar ishlab chiqarish muhimdir.

Munozara. Iqtisodiy jinoyatlar mamlakatlararo va transnatsional darajada ko'p tomonlama masalalarga olib keladi. Shu sababli, mamlakatlararo ishbilarmonlik, adliya, moliyaviy tashkilotlar va transnatsional tashkilotlar o'rtasidagi mustaqil, samarali hamkorlik zarur. Maslahatlashish va izohlash, yirik hisobot beringan tashkilotlar va mamlakatlararo tashkilotlar orasidagi tuzilishlarni yanada rivojlantirishda katta ro'l o'ynaydi.



1-rasm. Havfsizlik jarayonlarini ta'minlash algoritmlari namunasi

Ma'lumotlarni to'plash va saqlash:

Dastur ma'lumotlarni xalqaro iqtisodiy tashkilotlardan, boshqa davlatlardan va ichki manbalar, masalan, davlat statistika qo'mitasi, ma'lumotlar bazalari yoki xizmat ko'rsatuvchilar tomonidan taqdim etilgan ma'lumotlardan to'plab olishi mumkin.

Ushbu ma'lumotlar, statistik tahlillar, xabarlar, xisobotlar, yuridik hujjatlar va boshqa manbalardan olingan bo'lishi kerak.

Ma'lumotlar avtomatik ravishda yangilanishiga e'tibor qilish, masalan, APIlar orqali.

Ma'lumotlarni tahlil qilish:

Ma'lumotlar tahlili, statistik va matematik modellarga asoslangan algoritmik qaror qabul qilish tizimini o'z ichiga oladi.

Xususan, istatistik tahlillar, regressiya analizi, yuridik normativlar va qonunlarga muvofiq ma'lumotlarni tahlil qilish kerak.

Dongmei Pang ning "Prevention of crimes in the sphere of entrepreneurial activity in modern China" maqolasida keltirilishacha [1] 2014-2018-yillarda Xitoy Xalq Respublikasi hududida tadbirkorlar tomonidan sodir etilgan eng ko'p tarqalgan jinoyatlar tarkibida 1527 ta (17,77%) jinoyatni aholidan bank omonatlari sifatida noqonuniy ravishda jalb etish; 971 ta (11,3%) jinoyatlar qo'shilgan qiymat solig'i bo'yicha shaxsiy hisobvara-q-fakturalar bo'yicha firibgarlik yo'li bilan olish uchun eksportdan qaytariladigan eksport solig'i, soliq majburiyatlarini qoplaydigan soliq; 792 tasi (9,22%) - mansab mavqeidan foydalangan holda o'zlashtirish; 538 tasi (6,26%) shartnomaviy firibgarlik; 530 tasi (6,17%) poraxo'rlikdir. Ushbu 5 ta jinoyat elementi so'nggi 5 yilda tadbirkorlar tomonidan sodir etilgan jinoyatlarning yarmidan ko'pini tashkil etadi. (1-jadval). 2014-2018-yillarda davlat tadbirkorlari tomonidan sodir etilgan jinoyatlar tarkibida pora olish (481 yoki 35,01 foiz), korrupsiya (338 yoki 24,6 foiz), davlat mablag'laridan maqsadsiz foydalanish (146 yoki 10,63 foiz), ko'rib chiqish kabi jinoyatlar ustunlik qilmoqda. davlat mulkini (67 yoki 4,88%), xizmat mavqeidan foydalangan holda o'zlashtirish (48 yoki 3,49%), bu davlat tadbirkorlari tomonidan oxirgi 5 yil davomida sodir etilgan jinoyatlar umumiy sonining 70% dan ortig'ini tashkil etadi (1-diagramma).

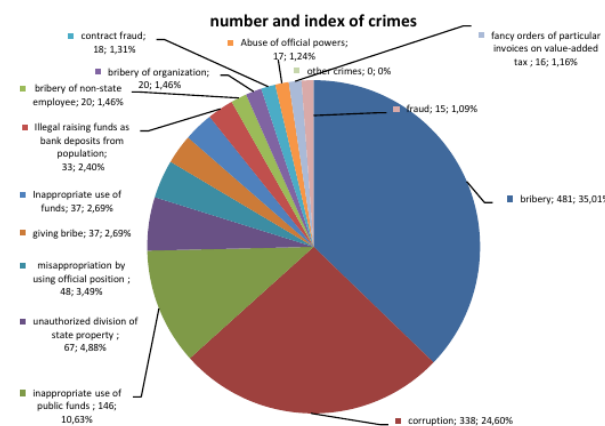


Diagramma 1. 2014-2018 yillarda Xitoyda davlat tadbirkorlari jinoyatlarining tarkibi.



"Xitoylik tadbirkorlarning jinoyiy xavfini tahlil qilish bo'yicha hisobot" statistikasi

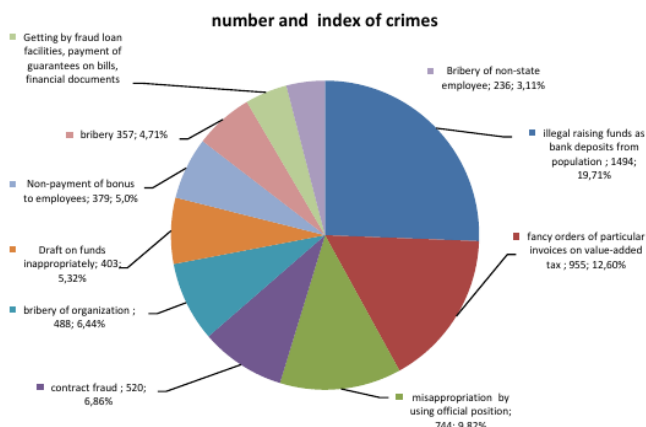


Diagramma 2. 2014-2018 yillarda Xitoyda xususiy tadbirkorlar jinoyatlarining tarkibi.

"Xitoylik tadbirkorlarning jinoyiy xavfini tahlil qilish bo'yicha hisobot" statistikasi

Xitoyda tadbirkorlik jinoyatlarining holati va tuzilishini tahlil qilish quyidagi xulosalarga kelish imkonini beradi:

1. 2014-2018 yillardagi statistik ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, xususiy tadbirkorlar davlat tadbirkorlariga qaraganda ko'proq jinoyat sodir etadilar va ularning doirasi kengroqdir.

2. Bu tuzilmada aholidan bank omonatlari sifatida noqonuniy mablag' yig'ish va korrupsiya eng ko'p uchraydigan jinoyatlardir.

3. So'nggi 5 yil davomida davlat tadbirkorlari tomonidan sodir etilgan jinoyatlar korrupsiya bilan bog'liq.

4. Xususiy tadbirkorlar tomonidan oxirgi 5 yil davomida sodir etilgan jinoyatlar moliyaviy huquqbuzarliklar, korrupsiya bilan bog'liq jinoyatlar va soliq jinoyatlari bo'yicha bo'linishi mumkin. Biroq 2018 yilda soliq jinoyatlari soni kamaydi. Shu bilan birga, xususiy tadbirkorlar poraxo'rlik bilan bog'liq jinoyiy xavf-xatarlarga duch kelishmoqda. 2018-yilda xususiy tadbirkorlar tomonidan "pora olish" sifatida 166 ta jinoyat sodir etilgan bo'lib, bu oxirgi besh yil ichida sodir etilgan tadbirkorlik jinoyatlarining 46,5 foizini tashkil etadi (166/357).[1]

M. Kholmiraev ning "Cooperation of law enforcement authorities in the systematic analysis of

causes of commitment of crimes and issues of its improvement" Maqolada ta yozishicha Hozirgi kunda ilg'or xorijiy mamlakatlarda tana kameralari, yuzni tanib olish, raqam belgilarini aniqlash, yadro tahlili, neyron tarmoqlar, evristik dvigatellar, rekursiv protsessorlar, Bayes tarmoqlari, ma'lumotlarni qidirish, kriptografik algoritmlar, hujjat protsessorlari, hisoblash lingvistikasi, ovozli chop etish, rekognitika. tabiiy tilni qayta ishlash, yurish tahlili, biometrik tanib olish, shablonlarni tahlil qilish, tahdidlarni izohlash, aniqlash, tahdidlarni tasniflash AKT imkoniyatlaridan keng foydalaniladi.

Bizning takliflarimiz natijasida qurilma prognozi to'liq kompyuterda tahlil qilinadi, foydalanishga tayyor natijalar va inson shovqinisi ishlaydi.[2]

Algoritm va modelni yaratish:

Dastur iqtisodiy jinoyatlar va ularning oldini olish uchun mahsulotlar algoritmlarini o'z ichiga oladi. Bu, ma'lumotlar madaniyati analizi, matematik modellar, sun'iy modellar (masalan, sun'iy iqtisodiy modellar), qaror qabul algoritmlari va boshqa metodlar orqali amalga oshiriladi.

Sun'iy modellar, ma'lumotlarni e'tirof etish va boshqa ma'lumotlarni taxmin qilishda yordam bera olishi mumkin.

Dastur tizimini ishga tushirish:

Dastur, mahsulotni to'plash, tahlil qilish va qaror qabul qilishni o'z ichiga olgan algoritmlarni bajarish uchun to'g'ridan-to'g'ri tizimlar va dasturiy modellar orqali ishga tushiriladi.

Tizimlar, ma'lumotlar tashqi manbalardan olinayotgan yangiliklarni avtomatik ravishda qabul qilish, o'zgarishlarni kuzatish va foydalanuvchilarga ma'lumotni taqdim qilish uchun tayyorlangan bo'lishi mumkin.

Monitoring va yangilanish:

Dastur, ma'lumotlar bazasi, algoritmlar va tizimlar uchun monitoring tizimlarini o'z ichiga oladi. Ular, qo'lda qilingan ma'lumotlarni, algoritmlarning ishlashini va tizimning amalga oshirilishini kuzatib borishda yordam beradi.



Monitoring natijalari asosida, dasturda o'zgarishlar kiritish va yangilashni amalga oshirish kerak.

Dasturiy mahsulotlar algoritmlarini ishlab chiqish bo'yicha ishlarni muvaffaqiyatli bajarish uchun ma'lumotlar, analitika va sun'iy modellar sohasidagi mutaxassislar bilan hamkorlik, yaxshi tahlil va tuzatish qobiliyatiga ega bo'lish kerak.

Munozara jarayonlarida xususiy e'tibor bermoq va tashkilotlararo boshqa mamlakatlarning tajribalaridan foydalangan holda qaror qabul qilish muhimdir. Har bir davlat o'zining iqtisodiy, siyosiy va madaniy tajribasini qo'shish orqali jinoyatlar bilan kurashishda muvaffaqiyatli bo'lishadi.

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <fstream>
#include <sstream>
#include <algorithm>
// Iqtisodiy jinoyat obyekti
struct Jinoyat {
    std::string nomi;
    double miqdori;
    std::string sanasi; };
// Ma'lumotlarni yuklab olish funksiyasi
std::vector<Jinoyat> yuklabOlish(const
std::string& faylNomi) {
    std::vector<Jinoyat> jinoyatlar;
    std::ifstream fayl(faylNomi);
    if (!fayl.is_open()) {
        std::cerr << "Faylni ochib bo'lmadi!" <<
std::endl;
        return jinoyatlar;
    }
    std::string qator;
    while (std::getline(fayl, qator)) {
        std::istringstream qatorStream(qator);
        Jinoyat jinoyat;
        // Fayldan ma'lumotlarni olish
        qatorStream >> jinoyat.nomi >>
jinoyat.miqdori >> jinoyat.sanasi;
        // Olingan ma'lumotlarni jinoyatlar vektoriga
qo'shish
```

```
        jinoyatlar.push_back(jinoyat);
    }
    fayl.close();
    return jinoyatlar;
}
// Jinoyatlar vektorini tahlil qilish funksiyasi
void tahlilQilish(std::vector<Jinoyat> & jinoyatlar)
{
    // Jinoyatlar miqdorini o'sish tartibi bo'yicha
saralash
    std::sort(jinoyatlar.begin(), jinoyatlar.end(),
        [](const Jinoyat& a, const Jinoyat& b) {
return a.miqdori > b.miqdori; });
    // Tahlil natijalarini chiqarish
    std::cout << "Tahlil natijalari:" << std::endl;
    for (const Jinoyat& jinoyat : jinoyatlar) {
        std::cout << "Jinoyat nomi: " << jinoyat.nomi
<< ", miqdori: " << jinoyat.miqdori << ", sana: " <<
jinoyat.sanasi << std::endl;
    }
}
int main() {
    // Fayl nomi
    std::string faylNomi = "jinoyatlar.txt";
    // Fayldan ma'lumotlarni olish
    std::vector<Jinoyat> jinoyatlar =
yuklabOlish(faylNomi);
    // Ma'lumotlar muvaffaqiyatli yuklandimi?
    if (!jinoyatlar.empty()) {
        // Jinoyatlar vektorini tahlil qilish
        tahlilQilish(jinoyatlar);
    }
    return 0;
}
```

List 1. Fayllar bilan ishlash jarayonlarini havfsizligini ta'minlash algoritmi dasturi.

Xulosa. Iqtisodiy jinoyatlar bugungi dunyoda katta va o'zgaruvchan muammolar sifatida ko'rinmoqda. Ularning samarali hal qilish uchun mamlakatlararo hamkorlik, hisobot beringan tashkilotlar va transnatsional tashkilotlar o'rtasidagi mazmunli kommunikatsiya va ishbilarmonlik kuchi kengaytirilishi shart. Adliya organlarini



mustahkamlashtirish, tashkilotlararo qonun tizimlarini rivojlantirish va adolatni ta'minlashda davlatlararo ko'rsatkichlar ko'rish va tajribaga ega bo'lish muhimdir.

Barcha taraflar o'rtasida maslahatlashish va izohlash, jinoyatlarga qarshi kurashishdagi ilg'or strategiyalarni rivojlantirishda katta ro'le ega bo'lib, global tashkilotlar va mamlakatlararo tashkilotlar mustahkam xamkorligi muhimdir. Iqtisodiy jinoyatlarni oldini olish va ulardan himoya qilishda har bir davlat va tashkilotning o'z mas'uliyati, samaradorlik va ishonch tizimini mustahkamlashtirish uchun kuchli harakatlar ko'rsatish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Dongmei Pang, Olkhovik Nikolay V. Prevention of crimes in the sphere of entrepreneurial activity in modern China // Вестн. Том. гос. ун-та. Право. 2019. №33. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prevention-of-crimes-in-the-sphere-of-entrepreneurial-activity-in-modern-china> (дата обращения: 14.03.2024).
2. M. Kholmiraev COOPERATION OF LAW ENFORCEMENT AUTHORITIES IN THE SYSTEMATIC ANALYSIS OF CAUSES OF COMMITMENT OF CRIMES AND ISSUES OF ITS IMPROVEMENT // SAI. 2023. №C12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/cooperation-of-law-enforcement-authorities-in-the-systematic-analysis-of-causes-of-commitment-of-crimes-and-issues-of-its>.
3. Abdurasulova D., Po'latova M. C++ DA SATRLI MA'LUMOTLAR BILAN ISHLASH ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH //Journal of technical research and development. – 2024. – Т. 1. – №. 1.
4. Abdurasulova D. THE MAIN DIRECTIONS OF MODERN PRAGMALINGUISTICS: IDEAS AND PERSPECTIVES //InterConf. – 2021.
5. Abdurasulova D. IMPLEMENTATION OF SORTING ALGORITHMS in python programming language //Journal of technical research and development. – 2023. – Т. 1. – №. 2.
6. Abdurasulova D., Abduhafizov T. DEVELOPMENT OF C++ PROGRAMS FOR

ANALYSIS OF INTERNATIONAL MARKET RELATIONS BASED ON ECONOMIC THEORIES //Journal of technical research and development. – 2024. – Т. 1. – №. 1.

7. Abdurasulova D. DEVELOPMENT OF METHODS OF OPTIMIZATION OF PROGRAMS USING COMPLEX ALGORITHMS //Journal of technical research and development. – 2024. – Т. 1. – №. 1.
8. Ermatova Z., Ma'rufjonova O. Dasturlashda Korutin maydoni (Kotlin) //Journal of technical research and development. – 2023. – Т. 1. – №. 3. – С. 70-73.
9. Солиев Б. Н., Эрматова З. К. OBJECT RECOGNITION IN IMAGES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND PYTHON //Galaxy International Interdisciplinary Research Journal. – 2023. – Т. 11. – №. 11. – С. 31-34.
10. Ermatova Z. C++ DASTURLASH TILIDA FAYLLAR BILAN ISHLASHMAVZUSINI TALABALARGA O'RGATISH USLUBLARI //Journal of technical research and development. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 286-291.



Linter qurilmasini ishchi qismlarini masofadan boshqarish va nazorat qilish orqali uning samaradorligini oshirish

Djurayev Sherzod Sobirjonovich,

texnika fanlari falsafa doktori,
Namangan muhandislik texnologiyalari instituti
Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va
boshqarish kafedrasini dotsenti,
Namangan, O'zbekiston

Ermatova Zarina Qaxramonovna,

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
Farg'ona filiali Dasturiy injiniring kafedrasini assistenti,
E-mail: ermatovazarinabonu@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu tadqiqotning maqsadi Linter qurilmasini ishchi qismlarini masofadan boshqarish samaradorligini oshirish natijalarini o'rganib chiqishdan iborat. Linter qurilmasi kod sifatini yaxshilash vositasi bo'lib xizmat qiladi, xatoliklarni bartaraf etish, zaifliklar va koddagi muammolarni olib kelishi mumkin bo'lgan muammolarni aniqlash va belgilash uchun statik manba kodini tahlil qilish uchun Linter qurilmasidan foydalaniladi. Linter qurilmasi manba kodini skanerlaydi, xatolar, nuqsonlar, stilistik muammolar va shubhali tuzilmalarni qidiradi va ularga chora izlashda dasturchilar uchun eng kerakli vosita hisoblanadi.

Kalit so'zlar: Linter, lint, Linter kodi, xatoliklar statistikasi, manba kodi, manba kodlari tahlili, ochiq kodlar va yopiq kodlar, identifikatorlar, SonarLint, Shift-Chap atamasi, IDE kengaytmasi.

Linter nima? Aslini olganda, Linter qurilmasi kod sifatini yaxshilash vositasi bo'lib xizmat qiladi. Xatolar, zaifliklar va kodlar olib kelishi mumkin bo'lgan muammolarni aniqlash va belgilash uchun statik manba kodini tahlil qilish uchun Linter qurilmasidan foydalaniladi. Linter qurilmasi manba kodini skanerlaydi, xatolar, nuqsonlar, stilistik muammolar va shubhali tuzilmalarni qidiradi.

"Linter" atamasi dastlab Stiven C. Jonson tomonidan 1978 yilda Bell Laboratoriyasida ishlab chiqilgan "lint" deb nomlanuvchi vositaning kelib chiqishidan paydo bo'lgan. Dastlab C manba kodini tahlil qilish uchun mo'ljallangan ushbu yordamchi dastur zamonaviy lintering kontseptsiyasiga yo'l ochdi.

Bugungi kunda zamonaviy linterlar deyarli barcha dasturlash tillari uchun mavjud bo'lib, kod sifati va barqarorligini yaxshilash uchun foydalaniladi.

Linter qurilmasining kodningizdagi muammolar va hatoliklarni aniqlash va to'g'rilashda juda katta ahamiyatga ega. Linter kodni o'qib tushirgan va uni tekshirgan dasturdir. U kodni boshqarishda katta

yordam beradi, chunki uning yordami bilan kodni ko'rib chiqib, umumiy xatoliklarni va xususiy muammolarni aniqlay olamiz.

Linterning roli va o'rni: xatoliklarni aniqlashda Linter, kodni o'qib tushunib, umumiy xatoliklarni va kamchiliklarni aniqlaydi. Bu dastur yozuvchilariga yozgan kodlarini tekshirish imkonini beradi va ularga to'g'ri yo'nalish berib yozish uchun yo'l ochadi. Kod standartlarini muvofiqlashtirish: Dasturlash jamoasi odatda belgilangan kod standartlariga amal qiladi. Linter kodni ushbu standartlarga mos ravishda yozishga yordam beradi. Misol uchun, kodning formatlashi, o'qiluvchanligi, sodda va qulay bo'lishi nazarda tutiladi. Kodni optimallashtirish: Linter, kodni yaxshiroq va samarali yaratishga yordam beradi. Bu ko'pchilik kodlarni tekshirib, ularni qisqa va yaxshi ifodalashga o'zgartirish yoki optimallashtirish mumkin. Xatoliklar yuzasidan ogohlantirish: Linter kodni tekshirib, aniqlik bilan xatoliklarni bildiradi. Bu dastur yozuvchilari uchun kodlarini nazorat qilishni osonlashtiradi. To'g'ri taqsimlangan vaqt: Linter



dastur yozuvchilariga yozayotgan kodlarini yozish paytini kamaytirishga yordam beradi. Chunki uni kod yozishdagi kichik xatoliklarni avtomatik ravishda aniqlash va to'g'rilash imkonini beradi. Yig'ilgan holda Linter kodni yozish jarayonida xatoliklarni aniqlash, kodni standartlarga muvofiqlashtirish va kodni samarali optimallashtirishda juda katta o'rin egallaydi. Bu esa dastur yozuvchilari uchun va dasturni ishga tushirishdan avval, kodning sifatini yaxshilashga yordam beradi.

Kodni ishlab chiqarish tezligini oshirish: Linter kodni tekshirib, optimallashtirib va standartlarga muvofiqlashtirish orqali kodni ishlab chiqarish tezligini oshirishga yordam beradi. Bu dastur yozuvchilarning va jamoalarining ishini tezlashtiradi va yagona uslubda kodlar yozish imkonini beradi.

Kodning maxfiylik va ishonchliligini oshirish: Linter kodni tekshirib, maxfiylik masalalarini aniqlanishi mumkin bo'lgan kodlarni aniqlashga yordam beradi. Bu, dastur yozuvchilar va dastur tashkilotchilariga xavfli kodlarni aniqlash va ularni to'g'rilash uchun imkon beradi.

No	Taxmin etilgan yillar	Yillar kesimidagi o'sish darajasi
1	2023 yil	23%
2	2024 yil	34%
3	2025 yil	45%
4	2026 yil	54%
5	2027 yil	65%
6	2028 yil	77%

1-jadval. Linter qurilmasining yillar davomida keraklilik darajasining o'sib borishi.

Kodning qisqa o'qiluvchi bo'lishini ta'minlash: Linter, kodni qisqa, o'qiluvchi va tushunarli bo'lishi uchun tekshiradi. Bu, kodni boshqa dastur yozuvchilari yoki jamoalar uchun oson tushuniladigan va o'zgartirish imkonini beradi.

Kodning yaxshi yoki yomon tomonlarini tanishish: Linter, kodning yaxshi yoki yomon tomonlarini aniqlashga yordam beradi. Bu dastur yozuvchilarining yaxshiroq kod yozish uchun

o'zgarishlarni amalga oshirish va o'zlarining ustuvor ravishda yozishni o'rganishiga yordam beradi.

Hill, M., Kamalakannan, S., Gururajan, A., Sari-Sarraf, H., & Hequet, E. tomonidan yozilgan "Textile Research Journal"dagi "Dimensional change measurement and stain segmentation in printed fabrics." Maqolasida shunday deyilgan: "Sarlavhalar bilan, Linter kodni yozishni tezlashtirish, kodni xavfliroq qilish, kodni o'qiluvchi va tushunarli qilish, va kodning yaxshi yoki yomon tomonlarini aniqlashda juda katta o'rin egallaydi."[1].



1-rasm. Paxta tozalov linterlarining ishlash texnologiyasi

Bu esa dastur yozuvchilari uchun kodni yaxshi yozish va qisqa muddatda dasturni ishga tushirishga yordam beradi.

Nega linter muhim? Linter har qanday ishlab chiquvchi uchun muhim vositadir, chunki u ularning vazifalarini soddalashtiradi va ular yaratadigan kod sifatini ta'minlaydi. Bunga muammolarni ishlab chiqarishga yo'naltirilgunga qadar aniqlash va taklif qilingan echimlarni taklif qilish orqali erishiladi. Zamonaviy linterning imkoniyatlari muammolarni aniqlashdan tashqari kengayib, kodning o'qilishi, barqarorligi va umumiy izchilligini oshirishga hissa qo'shishi mumkin. Linter qanday ishlaydi? Linter



dasturning dastlabki kodini tahlil qilish orqali ishlaydi, bu erda kodni oldindan belgilangan qoidalar to'plami bilan bevosita taqqoslaydi. Qachonki manba kodi ushbu qoidalardan chetga chiqsa, linter foydalanuvchini muammo haqida xabardor qiladi.

Linter ko'pincha ishlab chiqish ish oqimining bir qismi sifatida boshqa ishlab chiquvchi vositalari bilan birlashadi. Linterlar kodni tahlil qilish uchun foydalanadigan ushbu qoidalar ko'pincha moslashtirilgan bo'lishi mumkin va muayyan linterga qarab keng va umumiy tekshiruvlardan kodni yanada aniq va murakkab baholashlarigacha bo'lishi mumkin.

Linter dasturchilarga kodlash standartlarini qo'llab-quvvatlash va tizimli va dinamik tekshiruvlar orqali kod sifatini oshirish imkonini beradi. Bir linter quyidagi bosqichlarni oladi.

Cho, Y., Yun, C., & Park, C. H. lar muallifligida chop etilgan "The effect of fabric movement on washing performance in a front-loading washer IV: under 3.25-kg laundry load condition" nomli maqolasida manba kodini tahlil qilish ko'rib chiqilgan. "Linterga tahlil qilish uchun manba kodi beriladi, u keyinchalik dasturlash tillarining asosiy elementlari (kalit so'zlar, identifikatorlar, operatorlar va boshqalar) bo'lgan alohida tokenlarga bo'linadi. Linter JavaScript kabi talqin qilinadigan tillarda sintaksis xatolarini aniqlashda ustunlik qiladi. Keyinchalik bu tokenlar sintaktik kod strukturasi daraxtga o'xshash modeli bo'lgan Abstrakt sintaksis daraxtini (AST) yaratish uchun ishlatiladi. AST kodning turli qismlarining ierarxiyasi va ulanishlarini ko'rsatadi." [4].

Keyin linter tahlil qilingan kodni belgilangan ko'rsatmalar va standartlar to'plamiga muvofiq tekshiradi. Shuningdek, u muammoni ko'rsatishi mumkin bo'lgan maxsus kod naqshlarini qidirishi mumkin. U uzoq funktsiyalarni yoki siklomatik murakkablik kabi ob'ektiv ko'rsatkichlarga asoslangan murakkab kod segmentlarini aniqlaydi. Xabar berish muammolari. Linter qoida buzilishi yoki shubhali naqshni aniqlagandan so'ng, bu foydalanuvchiga ko'rsatiladi. Bu, odatda, ishlab chiquvchiga qator raqami, muammoning tabiati va yuzaga kelishi mumkin bo'lgan tuzatishlar kabi muammoni

o'rganishga yordam berish uchun aniq ma'lumotlarni taqdim etish shaklida bo'ladi.

Lintersning afzalliklari. Linters dasturiy ta'minotni ishlab chiqishda muhim rol o'ynaydi, bu mumkin bo'lgan muammolar uchun kodni tahlil qiladi va ularni potentsial tuzatish uchun ishlab chiquvchiga bildiradi. Natijada toza kod, ya'ni oson tushunarli, ko'chma va tuzilish va izchillik orqali o'zgarishi mumkin bo'lgan kod, lekin ishlash talablari uchun barqaror, ishonchli va xavfsiz bo'lib qoladi. Linterning tan olingan afzalliklari quyidagilardan iborat: Kod sifati yaxshilandi. Linters dasturchilarga koddagi muammolarni aniqlash va tuzatishda yordam berishi mumkin, bu esa manba kodining umumiy sifatini yaxshilashni ta'minlaydi. Ular ishlab chiqarishda xatolar va boshqa muammolarni oldini olish uchun sintaksis xatolarini erta aniqlashlari mumkin, shuningdek, izchil eng yaxshi amaliyotlarga rioya qilishni ta'minlash uchun kodlash uslubi talablarini bajarishlari mumkin.

Umumiy kodlash uslubi va tuzilishini o'rnatish orqali linters Clean Code bilan yordam berishi mumkin, ya'ni kodni o'qish va tushunarligini yaxshilash.

Muayyan konstruktsiyalar va naqshlardan foydalangan holda, linterlar kodlashda eng yaxshi amaliyotlarni qabul qilishga yordam beradi.

Linter shuningdek, kodlashning ilg'or amaliyotini targ'ib qilish orqali ishlab chiquvchilarni o'qitishda yordam berishi mumkin va nima uchun muammoli muammo ekanligini tushuntirish orqali. Bu ayniqsa, rasmiy tajribaga ega bo'lmagan jamoa a'zolari uchun foydali bo'lishi mumkin. Ishlab chiquvchi tezligi va unumdorligini oshiring. Linters muammolar yuzaga kelganda, ishlab chiqish jarayonida real vaqt rejimida muhim fikr-mulohazalarni taqdim etish orqali ishlab chiquvchilarning samaradorligini tezlashtirishi mumkin. Muammolarni erta aniqlash ularning keyinchalik potentsial yanada jiddiy muammoga aylanishining oldini oladi. Hamkorlik va jamoada ishlashni kuchaytirish. Umumiy kodlash standartlari butun jamoa yoki tashkilotda qo'llanilishi mumkin, bu hamkorlik va umidlarni yanada shaffof va samaraliroq qiladi.



Linter kod bilan bog'liq muammolarni tushuntirib, rivojlanish guruhlariga eng yaxshi amaliyotlarni va til murakkabliklarini o'rganish va tushinishda yordam berishi mumkin. Ular shuningdek, qaysi masalalar ustuvor ekanligi va hal qilinmasligi kerak bo'lgan jamoa qarorlari barcha jamoa a'zolari uchun ochiq bo'lishini ta'minlashga yordam beradi. Kengaytirilgan xavfsizlik. Shubhasiz bu har qanday zamonaviy dasturning muhim jihati.

Agar bu muammoga aylansa, oqibatlar moliya, obro'-e'tibor va xalqaro qonunlar (GDPR, CCP) nuqtai nazaridan halokatli bo'lishi mumkin. Linters xavfsizlik zaifliklariga olib kelishi mumkin bo'lgan kod naqshlarini aniqlash va aniqlashga yordam beradi.

Ular dasturlarni SQL in'ektsiyasi yoki saytlararo skriptlar, bufer to'lib ketishi va hokazo kabi zararli hujumlardan himoya qilish uchun manba kodining sanoat yoki tartibga solish talablariga va OWASP Top 10 va MISRA C++ 2023 kabi ko'rsatmalariga javob berishini kafolatlaydigan maxsus xavfsizlik standartlariga moslashtirilishi mumkin.

Xavfsiz kodlash ko'rsatmalaridan foydalangan holda, linters ma'lum zaifliklari yoki eskirgan funksiyalar yoki usullardan foydalanishni belgilashi mumkin, bu esa ishlab chiquvchilarni xavfsizroq alternativa tanlashga undaydi.

Xavfsizlik choralari ehtiyojga qarab muayyan dasturlash tillari yoki ramkalariga moslashtirilishi mumkin. Xarajatlarni kamaytirishga hissa qo'shing

Muammolarni muammoga aylanishidan oldin aniqlash va hal qilish qobiliyati bilan linters nosozliklarni tuzatish bilan bog'liq vaqt va xarajatlarga ijobiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Eng yaxshi amaliyotlarni qo'llash va kelajakda qimmatga tushadigan muammolardan qochish orqali kelajakdagi tashvishlardan qochish mumkin. "Shift-chap" atamasi ko'pincha linterlar bilan bir xil nafasda ishlatiladi, chunki ular ishlab chiquvchiga yaratish jarayonida bevosita sifat kodini ta'minlashga imkon beradi. Bir linterdan ko'proq: SonarLint. SonarLint - real vaqt rejimida kodlash bilan bog'liq muammolarni topish va tuzatish uchun bepul IDE kengaytmasi bo'lib, xuddi

imlo tekshirgich kabi kodlashda muammolarni belgilab beradi.

Bir linterdan ko'ra, u ishlab chiquvchilarga nima uchun muammo borligini tushunishga, xavfni baholashga va ularni tuzatishga o'rgatish uchun keng ko'lamli xususiyatlar va boy kontekstli ko'rsatmalarni taqdim etadi.

SonarLint imkoniyatlari an'anaviy lintingdan tashqariga chiqadi. U 20 dan ortiq tillarni qamrab oladi, bu esa barcha ishlab chiqish faoliyati uchun bitta linterni yuklab olish va foydalanish imkonini beradi. Ishlab chiquvchilarga o'z malakalarini oshirish va kod yaratish jarayonida o'rganishga yordam berish uchun maxsus ishlab chiqilgan bo'lib, u qaysi IDEda ishlayotganidan qat'i nazar, dasturchining kodlash hamrohi sifatida ishlash uchun an'anaviy linterlardan tashqariga chiqadi.

Xulosa. Bugungi kunda Linterlar dasturlash jamiyatida katta ahamiyatga ega. Ularning ahamiyati ko'proq kod yozuvchilari va dasturlash jamoalari uchun ko'proq bo'lishi mumkin. Quyidagi sabablarga ko'ra, Linterlar bugungi kunda katta ahamiyatga ega. Kod sifatini yaxshilash: Linterlar kodni tekshirib, xatoliklarni aniqlash va kodni standartlarga muvofiqlashtirish orqali kod sifatini yaxshilashga yordam beradi. Bu esa dastur yozuvchilarning yozgan kodlarini yaxshi xolatga olib kelish va ularga ishni bajarishda yordam beradi. Maxfiylik va ishonchlik: linterlar, kodni tekshirib, maxfiylik masalalarini aniqlash va yomonlashga yordam beradi. Bu esa, kod yozuvchilari uchun yaxshi kodni ishlab chiqarish, maxfiylik nuqtalarini aniqlash va ularni to'g'rilash imkonini beradi.

Ishni tezlashtirish: linterlar, kodni tekshirib, optimallashtirib va standartlarga muvofiqlashtirish orqali kodni ishlab chiqarishni tezlashtirishga yordam beradi. Bu esa, dastur yozuvchilarning va dastur tashkilotchilarining ishini tezlashtiradi va jamoalar uchun faol va samarali dasturlar ishlab chiqarish imkonini beradi. Kod yozuvchilarning o'zini o'rganishiga yordam berish: Linterlar, kodni tekshirib, yaxshi va yomon tomonlarini aniqlash yordamida dastur yozuvchilarning o'zini o'rganishiga yordam beradi. Bu esa, yangi dastur yozuvchilarning kod



yoziqshni o'rganishida va mavjud kodni tahlil qilishda ularga yordam beradi. Loyihalarining birligini ta'minlash: Linterlar, kodni standartlarga muvofiqlashtirish va kod sifatini yaxshilash orqali, bir nechta dastur yozuvchilari yoki qo'shimchalarni bir loyihaga kiritish va uning birligini ta'minlashda yordam beradi.

Jamiyatda Linterlar kodni yoziqshni sifatliroq qilish va dastur yozuvchilarning ishini tezlashtirishda katta ahamiyatga ega. Bu esa, dasturlash sohasida qadriyatli va samarali loyihalarni ishlab chiqarishga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Hill, M., Kamalakannan, S., Gururajan, A., Sari-Sarraf, H., & Hequet, E. (2011). Dimensional change measurement and stain segmentation in printed fabrics. *Textile Research Journal*, 81(16), 1655–1672.

2. Ermatova Z., Ma'rufjonova O. Dasturlashda Korutin maydoni (Kotlin) //Journal of technical research and development. – 2023. – T. 1. – №. 3. – C. 70-73.

3. Солиев Б. Н., Эрматова З. К. OBJECT RECOGNITION IN IMAGES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND PYTHON //Galaxy International Interdisciplinary Research Journal. – 2023. – T. 11. – №. 11. – C. 31-34.

4. Cho, Y., Yun, C., & Park, C. H. (2017). The effect of fabric movement on washing performance in a front-loading washer IV: under 3.25-kg laundry load condition. *Textile Research Journal*, 87(9), 1071–1080..

5. Ermatova Z. PYTHON DASTURLASH TILIDA FAYLLAR BILAN ISHLASH //Journal of technical research and development. – 2023. – T. 1. – №. 2. – C. 231-238.

6. Ermatova Z. ZAMONAVIY DASTURIY MAHSULOTLAR YARATISH VA SIFATINI YAXSHILASHDA DASTURLASH TILLARINI O'QITISHNING O'RNINI //Research and implementation. – 2023.

7. Ermatova Z. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ C++ В ВЫСШИХ

УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ //Потомки Аль-Фаргани. – 2023. – №. 4. – C. 237-241.

8. Ermatova Z. Kotlin dasturlashtilida Map-to 'plami //Journal of technical research and development. – 2023. – T. 1. – №. 3. – C. 104-107.

9. Зулунов Р. М., Каюмов А. М. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ-ОТ МИФОЛОГИИ ДО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ //Proceedings of International Educators Conference. – 2022. – T. 1. – №. 2. – C. 25-30.

10. Ermatova Z. Dasturlash fanini o'qitishning dolzarb muammolarini aniqlash va bartaraf etishda o'qituvchining yondashuvi //Journal of technical research and development. – 2023. – T. 1. – №. 2. – C. 166-169.

11. Qaxramonovna E. Z. PROBLEMS OF FEMALE STUDENTS IN LEARNING PROGRAMMING SUBJECTS //Intent Research Scientific Journal. – 2023. – T. 2. – №. 10. – C. 116-123.

12. Xumora R. INNOVATSION RAQAMLI IQTISODIYOTNING SHAKLLANISHI VA RIVOJLANISH TENDENSIYALARI //PEDAGOGS jurnali. – 2022. – T. 10. – №. 2. – C. 109-111.



SIGNALLARNI STATISTIK QAYTA ISHLASH

Xusanova Moxira Qurbonaliyevna,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali "Axborot xavfsizligi"
kafedrasida assistenti
e-mail: mokhira.khusanova@gmail.com

Sotvoldiyeva Dildora Botirjon qizi,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari Universiteti Farg'ona filiali "Axborot
texnologiyalari" kafedrasida assistenti
e-mail: nurdilnurik@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada signallarning statistik tahlili keltirilishi barobarida, uning statistik parametrlari, min va max qiymatlari, signallarning o'zgarish darajasi, tasodifiy jarayonning ixtiyoriy signaldagi dispersiyasi, korrelyatsion funksiyasi, signalning lokal ekstremum qiymatlari va signalning doimiy komponentini kuzatish immonini beruvchi trend tushunchalari haqida amaliy yechimlar ko'rsatilgan hamda Matlab dasturida statistik signallarni qayta ishlash amalga oshirilgan.

Kalit so'zlar: Signallar, uzluksiz va diskret signallar, markaziy element, signal dispersiyasi, korrelyatsiya, findpeaks funksiyasi, mantiqiy indeksatsiya

Kirish. Statistik signallarni qayta ishlash signallarni qayta ishlash va tahlil qilish sohasidagi asosiy vosita hisoblanadi. Turli manbalardan olingan signallar muqarrar ravishda shovqin va buzilishlarni o'z ichiga oladi, bu esa ulardan foydali ma'lumotlarni ajratib olishni qiyinlashtirishi mumkin. Statistik signallarni qayta ishlash shovqin va buzilishning statistik xususiyatlarini hisobga olgan holda signallardan ma'lumotlarni samarali ajratib olish va tahlil qilish imkonini beruvchi usullar va algoritmlar to'plamini taqdim etadi.

Ushbu maqola statistik signallarni qayta ishlash va uning signal sifatini yaxshilash va ma'lumot olishning aniqligini oshirishdagi rolini o'rganadi. U filtrlash, dekonvolyutsiya, signallar spektri va parametrlarini baholash, statistik tasniflash kabi usullarni o'z ichiga oladi. Signallarni tahlil qilish va modellashtirish uchun ishlatiladigan asosiy statistik modellar ham muhokama qilinadi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi turli sohalarda, jumladan, telekommunikatsiya, tibbiy diagnostika, radar, tasvir va ovozni qayta ishlash va hokazolarda qo'llanilishi mumkin bo'lgan statistik signallarni qayta ishlashning yangi usullarini tadqiq qilish va ishlab

chiqishdan iborat. Bu usullar va algoritmlar signalni qayta ishlash samaradorligini oshirishi mumkin. va olingan ma'lumotlarning sifatini yaxshilash va tizimlarning shovqin va buzilishlarga chidamliligini oshirish.

Tadqiqot davomida statistik filtrlash usullari, spektral tahlil, signal parametrlarini baholash usullari, statistik tasniflash va boshqalar kabi zamonaviy statistik usullar va algoritmlardan foydalaniladi. Olingan natijalar turli sohalarda statistik signallarni qayta ishlashning turli usullarining qo'llanilishi va samaradorligi to'g'risida xulosalar chiqarishga va ularni keyingi rivojlanish istiqbollari aniqlashga imkon beradi.

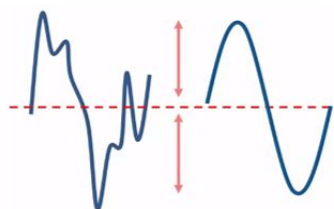
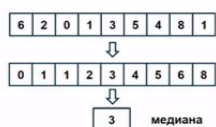
Tasodifiy hodisalar haqida gapirganda, tegishli statistik xususiyatlarni tushunish muhimdir. Gauss taqsimoti bilan tasodifiy jarayonni tahlil qilganda, signallarning o'rtacha va dispersiyasi birgalikda ko'rib chiqilsa, shunga o'xshash muhim statistikani kuzatish mumkin. Har qanday uzluksiz yoki diskret signal o'rtacha qiymatga ega bo'ladi, uni turli usullar bilan hisoblash mumkin, masalan, signal qiymatlari yig'ilib, natija namunalari soniga bo'lingan o'rtacha arifmetik qiymatni hisoblash orqali. O'rtacha ma'lum bir ketma-



ketlik uchun markaziy tendentsiya o'lchovi sifatida ishlatilishi mumkin. Diskret signal uchun o'rtacha qiymatni hisoblashda elementlar o'sish tartibida tartibga solinadi va markaziy element tartiblangan ketma-ketlikning o'rtasida joylashgan qiymatdir. Ixtiyoriy signaldagi tasodifiy jarayonning dispersiyasi deb ataydigan tushunchani o'rtacha qiymatdan chetlanish o'lchovi sifatida ko'rish mumkin.

Xarakteristikalar

- o'rtacha qiymat
- bog'ish



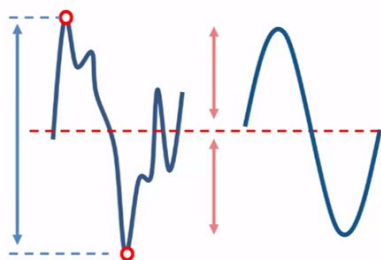
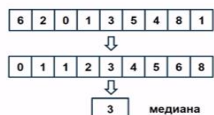
1-rasm. Signallarni statistik xarakteristikalarini.

Adabiyotlar sharhi va metodologiya.

Tebranish jarayonlari uchun og'ish, asosan, tebranishlarning amplitudasini ifodalaydi. Har qanday signal uchun ma'lum bir kuzatish davridagi minimal va maksimal qiymatlarni aniqlash kerak. Signalning minimal va maksimal darajasi uning o'zgaruvchanligini yoki dinamik diapazonini belgilaydi. Signalning o'zgarish tezligi korrelyatsiya funktsiyasi bilan tavsiflanishi mumkin.

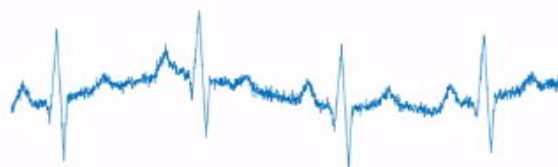
Xarakteristikalar

- o'rtacha qiymat
- og'ish
- minimum va maksimum
- o'zgarish darajasi (Korelyatsion funktsiya)



2-rasm. Signallarni statistik xarakteristikalarini.

Signallarning statistik xarakteristikalarini aslida vaqt o'tishi bilan tez-tez o'zgarib turadi. Masalan, vaqtinchalik tebranishlar amplitudasining nisbiy barqarorligini saqlab qolgan holda, signal o'zgarishlarining o'rtacha qiymatlari elektrokardiogrammadagi tebranishlarga o'xshash o'zgarishi mumkin.



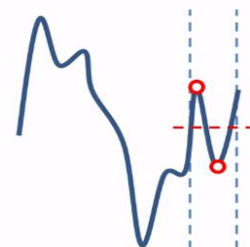
3-rasm. Signal o'zgarishi o'rtacha qiymatlari

Signalni qayta ishlash jarayonida statistik xususiyatlarning barqarorligini hisobga olgan holda bir necha vaqt oralig'i tanlanadi va bu xususiyatlar dastlabki signalning qisqa segmentlari uchun hisoblanadi. Signal tahlil qilinadigan vaqt oralig'i oyna deb ataladi. Ushbu oyna odatda haqiqiy signal bo'ylab harakatlanadi yoki siljiydi. Xuddi shunday, siz mahalliy o'rtacha, mahalliy minimal va maksimal kabi mahalliy o'rtacha statistikani belgilashingiz mumkin. Ushbu qayta ishlash sizga trend sifatida ma'lum bo'lgan signalning doimiy komponentini aniqlashga, shuningdek, signal grafigidagi cho'qqilarni yoki pastliklarni aniqlashga imkon beradi.



Lokal "ovna" signal bo'ylab harakatlanishi va "siljiishi" mumkin
Cheklangan vaqt oralig'ida statistik baholash:

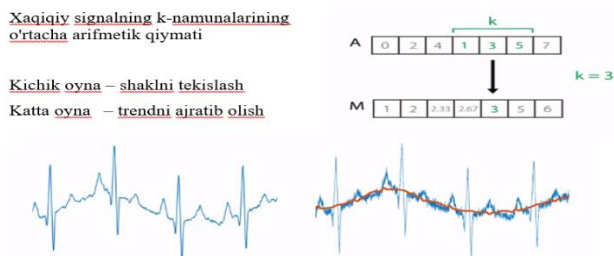
- lokal minimum va maksimumlar
- o'rtacha qiymat
- trendni topish



4-rasm. Lokal ekstremumlar va o'rtacha qiymatlar.

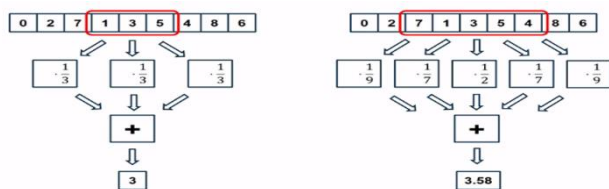
Harakatlanuvchi o'rtacha usuli yordamida signalning trend yoki vaqt bo'yicha o'zgaruvchan doimiy qiymatini qidirish misolini ko'rib chiqaylik. Nomidan ko'rinib turibdiki, bu usul mahalliy o'rtacha ko'rsatkichni hisoblashni o'z ichiga oladi. Oyna signal ustida harakatlanadi va ishlov berish natijasida chiqish signalining namunaviy vektori hosil bo'ladi, unda har bir qadam uchun o'rtacha arifmetik qiymatlar mavjud. Olingan vektor asl signalga to'g'ri keladi. Va deraza o'lchami qanchalik katta bo'lsa, anti-aliasing darajasiga erishiladi. Kichik oynalar to'lqin shaklini tekislash va istalmagan yuqori chastotali tebranishlarni bartaraf etish uchun ishlatilishi mumkin, katta oynalar esa doimiy qiymatni izolyatsiya qilish imkonini beradi.





5-rasm. Harakatlanuvchi o'rtacha signallar.

O'rtachani hisoblashda qiymat oyna ichiga tushadigan namunalarning har birida bir qator arifmetik amallar sifatida ko'rib chiqiladi, harakatlanuvchi o'rtachadan foydalanganda esa har bir namuna oyna o'lchamining o'zaro nisbatiga ko'paytiriladi va natijalar yig'iladi. Agar oynada uchta emas, balki beshta element bo'lsa, u holda koeffitsient 1/5 ga teng. Biroq, ehtimolliklar bir xil bo'lishi shart emas. Umumiy holatda o'rtacha og'irlikni hisoblash operatsiyasi ko'rib chiqiladi. Turli nisbatlarga ega oyna signallarning turli chastotali komponentlarini kuchaytirishi yoki susaytirishi mumkin. O'rtacha hisoblash raqamli filtrlashning bir shaklidir.



6-rasm. O'rtacha tortilgan – filtrlash.

Matlab dasturida statistik signallarni qayta ishlashni amalga oshirish.

Yechimlar (Results)

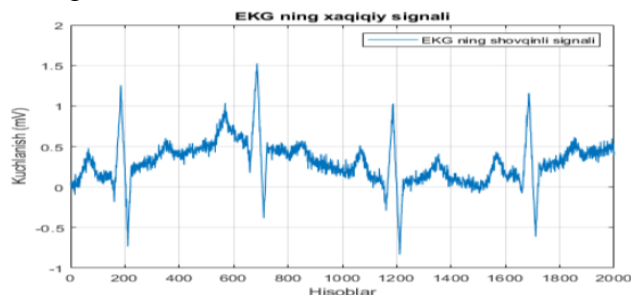
EKG signali tahlil qilinadi. Ammo bu safar undan **Q**, **R**, **S** deb ataladigan kompleksni ajratib olishga harakat qilinadi, ya'ni **Q**, **R** va **S** cho'qqilarini ma'lumotlardagi o'rni aniqlanadi. **QRS** kompleksini tahlil qilish bemorning yurak-qon tomir tizimining holatini baholashga imkon beradi. Shovqinli va EKG ma'lumotlarida **Q**, **R** va **S** to'lqinlarining holatini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Buni amalga oshirish uchun signalni filtrlash, doimiy komponentni olib tashlash va cho'qqilarni - lokal minimal va maksimal darajalarini aniqlash kerak.

Biroq, ma'lumotlar shovqinli va signalning doimiy komponenti vaqt o'tishi bilan o'zgarib turadi, bu esa kerakli cho'qqilarni aniqlashga to'sqinlik qilishi mumkin. Shuning uchun ma'lumotlarni filtrlash, doimiy komponentdan xalos bo'lish va lokal ekstremumlarni tanlash kerak.

Trendni filtrdan chiqarish va olib tashlash uchun **Signal Processing Toolbox** tarkibiga kiruvchi movmean funksiyasidan foydalaniladi. U harakatlanuvchi o'rtacha operatsiyani bajaradi. Agar o'nta namunadan iborat kichik oyna olinsa, u holda signal shakli tekislanadi. Agar 300 ta namunadan iborat katta oyna olinsa, unda doimiy komponent ajratib olinadi. U xuddi shu jadvalda aks ettiriladi. **Q** va **S** to'lqinlar cho'qqilarini ajratish uchun o'rnatilgan **findpeaks** funksiyasidan foydalaniladi.

R va **S** to'lqinlarini tanlash juda oddiy. Shunchaki 0,5 dan katta yoki -0,5 dan kichik kattaliklar olinadi va ular bir xil grafikada chiziladi. Ammo **Q** to'lqinini tanlash uchun mantiqiy indeksatsiyadan foydalanish kerak bo'ladi. Bilamizki, **Q** emissiyasi -0,2 millivolt dan -0,5 millivolt oralig'ida yotadi. Shuning uchun faqat shu minimal qiymatlarni, ya'ni ushbu chegaralar ichida joylashgan minimal signal qiymati ajratib olinadi.

```
load noisyeecg.mat
t=1:length(noisyECG_withTrend);
plot(t,noisyECG_withTrend);
title('EKG ning xaqiqiy signali');
xlabel('Hisoblar');
ylabel('Kuchlanish (mV)');
legend('EKG ning shovqinli signali');
grid;
```

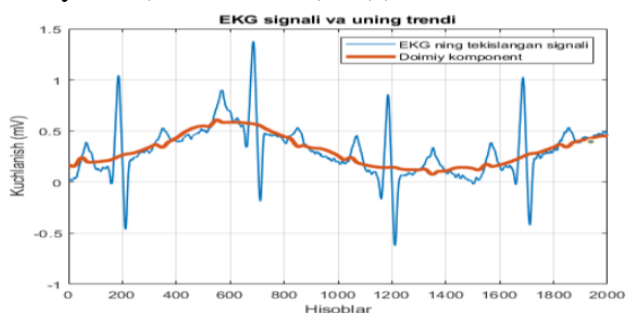


7-rasm. EKG ning haqiqiy signali



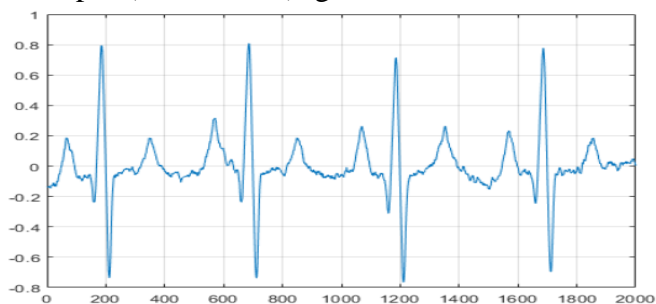
Signalni tekislash va undan doimiy komponentni ajratib olish.

```
% oyna o'lchamlari 10 xisobdan iborat  
ECG_withTrend=movmean(noisyECG_withTrend,10);  
plot(ECG_withTrend,'LineWidth',1); grid; hold on;  
title('EKG signali va uning trendi');  
xlabel('Hisoblar');  
ylabel('Kuchlanish (mV)');
```



8-rasm. EKG signali va uning trendi

```
% oyna o'lchamlari 300 xisobdan iborat  
mmean=movmean(ECG_withTrend,300);  
plot(mmean,'LineWidth',3); hold off;  
legend({'EKG ning tekislangan signali','Doimiy komponent'});  
ECG_data=ECG_withTrend-mmean;  
plot(t,ECG_data); grid
```

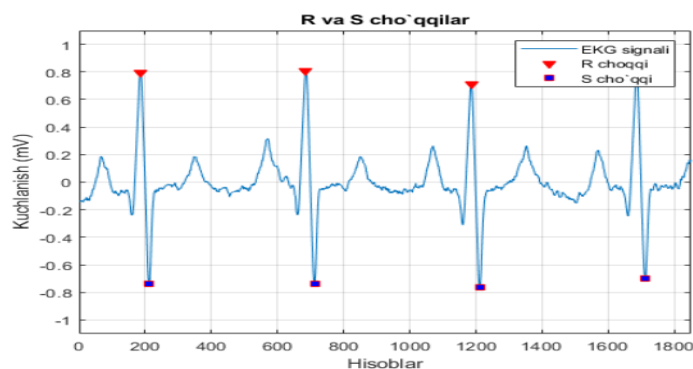


9-rasm. Signalning doimiy komponenti

Signalning Q, R va S cho'qqilarini findpeaks funksiyasidan foydalanib topish.

```
[~,locs_Rwave]=findpeaks(ECG_data,'MinPeakHeight',0.5,...  
'MinPeakDistance',200);  
[~,locs_Swave]=findpeaks(-  
ECG_data,'MinPeakHeight',0.5,...  
'MinPeakDistance',200);
```

```
plot(t,ECG_data); grid; hold on;  
plot(locs_Rwave,ECG_data(locs_Rwave),'rv','  
MarkerFaceColor','r');  
plot(locs_Swave,ECG_data(locs_Swave),'rs','  
MarkerFaceColor','b');  
axis([0 1850 -1.1 1.1]);  
legend('EKG signali', 'R choqqi', 'S cho'qqi');  
xlabel('Hisoblar');  
ylabel('Kuchlanish (mV)');  
title('R va S cho'qqilar');  
hold off;
```

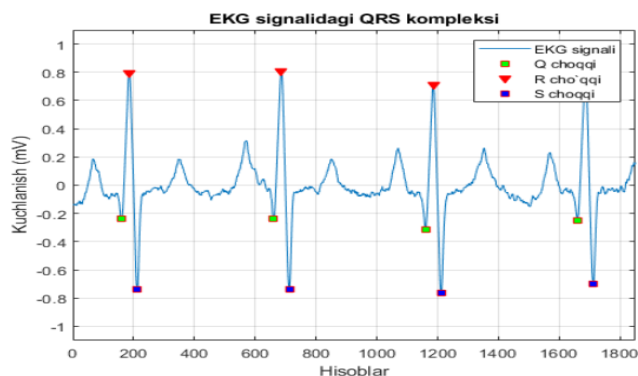


10-rasm. R va S cho'qqilar

Signalning Q cho'qqisini ajratib olish uchun mantiqiy indeksatsiyadan foydalaniladi

```
[~,min_locs]=findpeaks(-  
ECG_data,'MinPeakDistance',40);  
locs_Qwave=min_locs(ECG_data(min_locs)>  
-0.5 & ECG_data(min_locs)<-0.2);  
plot(t,ECG_data); hold on;  
plot(locs_Qwave,ECG_data(locs_Qwave),'rs','  
MarkerFaceColor','g');  
plot(locs_Rwave,ECG_data(locs_Rwave),'rv','  
MarkerFaceColor','r');  
plot(locs_Swave,ECG_data(locs_Swave),'rs','  
MarkerFaceColor','b');  
grid;  
title('EKG signalidagi QRS kompleksi');  
xlabel('Hisoblar');  
ylabel('Kuchlanish (mV)');  
ax=axis;  
axis([0 1850 -1.1 1.1]);  
legend('EKG signali', 'Q choqqi', 'R cho'qqi', 'S  
choqqi');
```





8-rasm. EKG signalidagi QRS kompleksi

Xulosa. Xuddi shu grafikada Q cho‘qqilarni chizish ham mumkin. O‘rnatilgan ikkita funktsiyadan foydalanib, shovqinli va beqaror EKG ma’lumotlaridan QRS kompleksi muvaffaqiyatli ajratib olindi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. D.Sotvoldieva. (2023). FREQUENCY ANALYSIS OF THE SIGNAL. *Best Journal of Innovation in Science, Research and Development*, 2(11), 693–699. Retrieved from <https://www.bjisrd.com/index.php/bjisrd/article/view/938>

2. John G. Proakis, Vinay K. Ingle. Digital signal processing using Matlab/Nortastern University.
3. Сотволдиева, Д. Б., & Хусанова, М. К. (2020). СРАВНЕНИЕ ФИЛЬТРОВ С КОНЕЧНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ И БЕСКОНЕЧНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ В ПРОГРАММЕ МАТЛАВ. In *ЦИФРОВОЙ РЕГИОН: ОПЫТ, КОМПЕТЕНЦИИ, ПРОЕКТЫ* (pp. 840-845).
4. Хусанова, М. К., & Сотволдиева, Д. Б. (2020). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕЦИМАЦИИ И ИНТЕРПОЛЯЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ СИГНАЛОВ В ПРОГРАММЕ МАТЛАВ. In *ЦИФРОВОЙ РЕГИОН: ОПЫТ, КОМПЕТЕНЦИИ, ПРОЕКТЫ* (pp. 970-975).



Axborotlashgan ta'lim muhitida talabalar mustaqil ishini tadqiqoti va metodikasini takomillashtirish

Xalilov Durbek Aminovich

fizika-matematika fanlari nomzodi,
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Farg'ona filiali Axborot texnologiyalari kafedrasini professori,

Farg'ona, O'zbekiston

E-mail: durbekamin@gmail.com

Qurbonova Gulruxsor Murodjon qizi

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Farg'ona filiali 2-bosqich magistri

Farg'ona, O'zbekiston

E-mail: murodk943@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada oliy ta'lim muassasida talabalar mustaqil ishlashining ahamiyati, bu borada olib borilgan izlanishlar va masofaviy ta'lim platformalari Moodle va HEMIS, bunga qo'shimcha ravishda, raqamli texnologiyalarning talabalarning mustaqil ishlashiga ko'rsatgan ta'siri haqida so'z boradi. Mustaqil ishlarni tayyorlash va qabul qilishdagi mavjud muammolar o'rganilib, ularni hal qilish uchun yechimlar taklif qilingan bo'lib, ularning bir nechtasi yangi platformada joriy qilingani maqolada aks etadi.

Kalit so'zlar: mustaqil ta'lim, metodika, Moodle, HEMIS, masofaviy ta'lim, uslubiyot, auditoriya soati, zamonaviy texnologiyalar.

KIRISH. Milliy ta'limni takomillashtirish jarayonida har yili zamonaviy texnologiyalarning ahamiyati ortib bormoqda, ularning joriy etilishi ta'limni modernizatsiya qilish, rivojlantirish, shuningdek, bo'lajak mutaxassislarni tayyorlash sifatini oshirish va ta'limni fanga yaqinlashtirishga xizmat qilmoqda. Oliy ta'lim tizimida mustaqil ta'lim haqida gap ketganda, unga ajratilgan soatlarni e'tiborga olish juda muhimdir. Buning sababi shundaki, professional ta'limda talabalar mustaqil ishlashlari uchun mo'ljallangan auditoriyadan tashqaridagi soatlar ortib borgani sari, mustaqil ishlanmalarning sifatiga bo'lgan talab ortib boraveradi. Talabalar uchun maxsus yo'riqnoma va metodikalarning ishlab chiqilishi, qo'yilgan talablarni bajarishda muhim ahamiyat kasb etadi. Prezidentimiz Sh.Mirziyoyev tomonidan o'tkazilgan videoselektor yig'ilishida talabalarning mustaqil ishlashi uchun barcha oliygohlarda kerakli muhit yaratib

berilmaganligining ta'kidlanishi, mustaqil ta'lim jarayoniga e'tibor qaratish dolzarb masala ekanligini yana bir bor ta'kidlashga asos bo'ladi.

Axborotlashgan ta'lim muhitida talabalarni mustaqil ishlarini tashkil etish uchun, Oliy ta'lim muassalari o'z yo'nalishlaridan kelib chiqib talabalar uchun maxsus o'quv yo'riqnomalarini va har bir talabani mustaqil ishlashga undash yo'llarini, masalan, maxsus platformalarni ishlab chiqishlari kerak. Bunda xorijiy ta'lim muassalari tajribalaridan foydalanish ham maqsadga muvofiq bo'ladi, chunki Oliy ta'lim tizimida tayyorlanadigan mutaxassislarni jahon standartlari darajasiga yetkazish, ilmiy - pedagogik kadrlarni tayyorlashga alohida e'tibor berish, talabalarni ilmiy tadqiqot ishiga yo'naltirish professor - o'qituvchilar uchun muhim vazifa hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M. Mirziyoyevning "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini



tasdiqlash to'g'risida"gi 2019-yil 8-oktabrdagi PF-5847-son qarorida oliy ta'limni modernizatsiya va o'zgartirish asosiy vazifalardan biri hisoblanadi. Prezidentimiz ta'kidlaganidek, "O'zbekiston oliy ta'lim tizimida biz hozirgacha gapirgan masofaviy, raqamli ta'limning haqiqiy poydevori hozir qo'yilmoqda". Mazkur farmon ta'lim jarayoniga zamonaviy texnologiyalar va innovatsion yondashuvlarni joriy etishni nazarda tutadi [1].

ADABIYOTLAR TAHLILI. Ilmiy-pedagogik adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, hozirgi vaqtda talabalarning mustaqil ishlarini faollashtirish uchun ko'plab nazariy tadqiqotlar olib borildi va pedagogik texnologiyalar ishlab chiqildi. S.V.Panyukova ta'kidlaydiki, yangi axborot texnologiyalari rivojlanishi bilan, talabalar o'rtasida ham, talabalar va o'qituvchilar o'rtasida ham kundalik hamkorlik, fikr va ma'lumot almashish uchun real imkoniyatlar oshadi. O.M.Buranok bunday ta'lim berish strategiyasi, bilimlar tez yangilanish sharoitida uzluksiz o'z-o'zini tarbiyalashga qodir bo'lgan "natijaga yo'naltirilgan" talabalarni olish imkoniyatini beradi, deb hisoblaydi. P.I.Samoylenko va L.Yu.Sergiyenkolarining ishlari mustaqil ishlarini tashkil etishning turli shakllari va usullariga bag'ishlangan [2].

O'qituvchilarning roli talabalarni mustaqil ishlashga tayyorlashda ayniqsa muhimdir. O'qituvchi mavzuni belgilashi kerak, mustaqil ishni talabaning qobiliyati va bilim darajasiga mos keladigan tarzda amalga oshirishi uni ishga qiziqishga va mustaqil fikrlashga majbur qiladi. Ushbu ishni amalga oshirish uchun zarur ma'lumotlar, uslubiy ko'rsatmalar va agar zarur bo'lsa, bu mavzularda savol-javoblar, maslahatlar va ekskursiyalar tashkil etish kerakligi Buxoro davlat universiteti o'qituvchi va talabari M.M.Avliyakov, N.A.Rafiyeva, S.B.Shodiyeva tomonidan yozilgan maqolada ta'kidlab o'tilgan [3].

USLUBIYOT. Axborot-ta'lim muhitida o'quvchilarning tadqiqot va mustaqil ishlarini tashkil etish uslubini takomillashtirish zamonaviy ta'limning muhim yo'nalishi hisoblanadi. Axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi va internet

tarmog'i orqali ta'lim resurslari mavjudligi sharoitida o'qituvchi va olimlar o'quv jarayoni sifatini oshirish, talabalarning mustaqil ishini oshirish saviyasini oshirish ustida ishlashlari kerak bo'ladi. Avvalo, axborot ta'lim muhitida talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish tegishli ishlarini ishlab chiqishni talab qiladi: mustaqil ish jarayonida maslahat va yo'l-yo'riq ko'rsatish, shuningdek, talabalarning shaxsiy ehtiyojlarini hisobga olgan holda ta'lim faoliyati natijalarini baholash. Boshqacha aytganda, o'quvchilarning tadqiqotchilik ko'nikmalarini, tanqidiy fikrlashni rivojlantirishga xizmat qiladigan o'quv materiallarini yaratish va tizimlashtirish zarur [4].

Talabalarning AKT kompetentsiyasining asosiy tarkibiy qismlari quyidagilardan iborat:

- 1) ishlarini turli xil axborot tashuvchi elektron vositalar bilan o'tkazish;
 - 2) ofis dasturlari asosida ish olib borish;
 - 3) tarmoq axborot resurslaridan foydalanish;
 - 4) turli multimediyaga vositalaridan ma'lumot olish;
 - 5) masofaviy yondashuvlar yordamida o'qitish.
- Kompetentsiyalar asosiy, texnologik va kasbiy turlarga bo'linadi. Birinchisida AKT asoslaridan foydalanadi. Ikkinchisi dasturiy ta'minot va tarmoq resurslarini tahlil qiladi. Uchinchisida ish va dasturlar uchun yangi vositalarni yaratiladi [5].

Hozirgi kunda yurtimiz Oliy ta'lim o'quv jarayonida bir nechta raqamli ta'lim platformalaridan foydalanib kelinmoqda. Bulardan eng keng tarqalgani Moodle masofaviy ta'lim platformasi va HEMIS axborot tizimi hisoblanadi.

Moodle – ushbu bepul LMS (ta'limni boshqarish tizimi) avstraliyalik Martin Dugimas tomonidan ishlab chiqilgan va uning birinchi versiyasi 2002 yilda chiqarilgan. Endi u dunyodagi eng mashhur masofaviy ta'lim tizimi bo'lib, 200 dan ortiq mamlakatlarda qo'llaniladi.

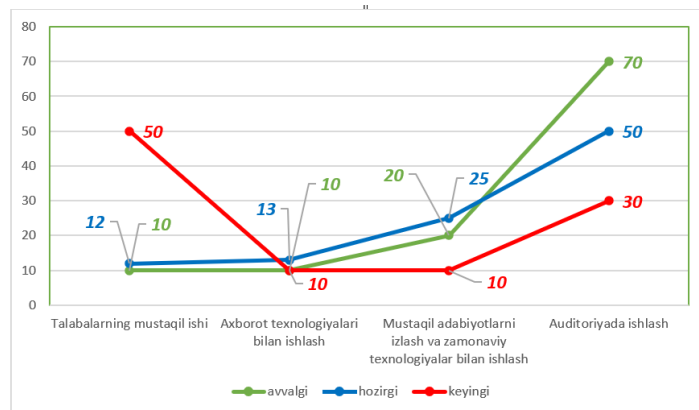
Moodle o'qituvchi va talabalar o'rtasida qulay masofaviy muloqotni tashkil etishga qaratilgan, ammo u an'anaviy masofaviy kurslarni tashkil qilish va yuzma-yuz o'rganishni qo'llab-quvvatlash uchun ham mos keladi. U bir necha yuz ming o'quvchini qamrab



olish imkoniyatiga ega va boshlang'ich maktablarda yoki mustaqil ta'limda foydalanish mumkin [6].

HEMIS O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 24-dekabrda PQ-60-sonli qaroriga muvofiq, Jahon banki bilan hamkorlikda oliy ta'lim jarayoni boshqaruvi axborot tizimi (HEMIS), oliy o'quv muassasalarida ma'lumotlar to'plamini elektron shaklda tayyorlash va o'quv muassasalarining faoliyatini avtomatlashtirish maqsadida qo'llaniladi. Bu tizim "Boshqaruv", "Ta'lim", "Ilmiy" va "Moliyaviy" jarayonlarni boshqarish modullarini o'z ichiga oladi. Mamlakatimizning barcha davlat va nodavlat oliy ta'lim muassasalari ushbu tizimga ulangan bo'lib, barcha oliy o'quv yurtlari va talabalari haqidagi ma'lumotlarni ushbu tizimdan markazlashgan holda olish mumkin. Tizimdan foydalanish uchun maxsus sayt <http://hemis.uz> yaratilgan bo'lib, unda ushbu tizimdan qanday foydalanish to'g'risida barcha zarur ma'lumotlarni olish imkoni mavjud. O'zbekiston oliy ta'lim muassasalarida hozirgi kunda ushbu loyihani test rejimida amalga oshirib, tizimning yanada rivojlanishi uchun ishlar olib borilmoqda [7].

Ta'lim tizimida raqamli texnologiyalar joriy etilgach, o'quvchilarning fanga qiziqishi ortdi [8]. Talabalarining faolligini oshirish va ta'lim tizimidagi yangi islohatlar asosida o'quv soatlarining taqsimotini o'zgarishiga olib kelmoqda. Dastavval, talabalarining mustaqil ishi o'quv jarayonining deyarli 10 dan bir qismini tashkil etgan bir vaqtda, auditoriyada ishlash soati sezilarli darajada yuqori, ya'ni 70% ni tashkil etgan. O'tgan vaqt mobaynida, axborot texnologiyalari bilan ishlash va mustaqil adabiyotlarni izlash va zamonaviy texnologiyalar bilan ishlashda o'ta ahamiyatli deyarli o'zgarishlar kuzatilmagan. Yangi o'quv va raqamli texnologiyalarning oliy ta'lim tizimiga kiritilishi mustaqil ishlash mazmuni va hajmini oshishiga, auditoriya soatlarini esa deyarli 2 barobar kamayishiga olib kelmoqda. Qolgan ko'rsatkichlar deyarli o'zgarishsiz qolmoqda. Buni quyidagi 1-rasmda ko'rishimiz mumkin:



1-rasm. Talabalarga ajratilgan o'quv soatlar taqsimotini qiyosiy tahlili (kecha, bugun, ertaga).

NATIJA. Mustaqil ta'lim tizimi metodikasini takomillashtirish maqsadida TATU Farg'ona filialida Moodle va HEMIS tizimlarida bir qator tadqiqotlar olib borildi va masofaviy ta'lim platformalarida mustaqil ta'lim jarayonini shakllantirish uchun zaruriy funksiyalar tahlil qilindi, natijada quyidagi HEMIS va Moodle tizimlaridagi ba'zi funksiyalarning qiyosiy jadvali shakllantirildi:

Moodle	HEMIS
Topshiriq fayllarini yuklab olish	
har bir fayl alohida barchasi arxivlangan holda	har bir fayl alohida
Topshiriq fayllarini ochib ko'rish	
faqat yuklab olish orqali	faqat yuklab olish orqali
Tizimga yuklanadigan fayllar uchun limit	
2 mb	2 mb
Chat tizimi	
barcha uchun umumiy	barcha uchun umumiy
Baholash	
baholarni o'zgartirish imkoniyati mavjud	baholarni o'zgartirish imkoniyati mavjud emas
Guruh kesimida tahlil qilish	
mavjud emas	mavjud emas

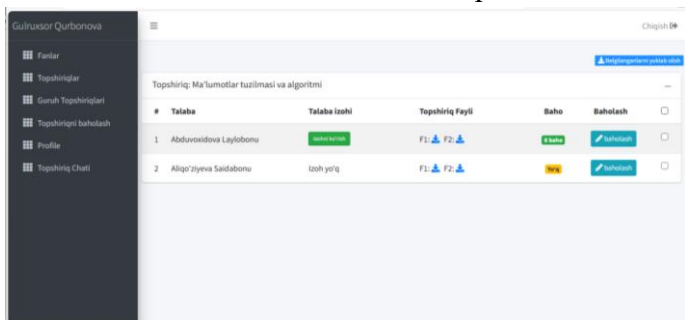
1-jadval. HEMIS va Moodle tizimlaridagi ba'zi funksiyalarning qiyosiy jadvali

Sinov tariqasida mustaqil ishlarni topshirish, qabul qilish va baholash uchun mustaqil ta'lim tizimi taklif etilib, unda o'qituvchi va talabalar uchun bir nechta qulayliklar bo'lishi nazarda tutildi:

- Fayllar tanlash orqali yuklab olinadi;



- Fayllarni xohishga ko‘ra yuklab olish yoki avval ko‘rib so‘ng yuklab olish mumkin bo‘ladi;
- Yuklanadigan fayl hajmi chegarasini 2 mbdan oshirish va nazorat qilish;
- Chat tizimi har bir fan uchun alohida bo‘ladi;
- Guruh ichida o‘zlashtirish ko‘rsatkichlari tahlil qilinadi.



2-rasm. Fayllarni tanlash orqali yuklab olish imkoniyati.

Ushbu qismda, o‘qituvchi o‘zi tanlagan fayllarni yuklab olishi mumkin. Bunda talabaning ism familiyasi qarshisidagi o‘ng burchakdagi maydonga tasdiq belgisini qo‘yadi va shu tariqa tanlagan fayllarning barchasini *fayl_nomi.zip* formatda yuklab oladi. Dastur kodi PHP dasturlash tilining Yii2 freymvorkidan foydalanilgan ko‘rinishi keltirilgan:

```
<script>
document.addEventListener('DOMContentLoaded', function() {

// Barcha checkboxlarni tanlash
var checkAll =
document.querySelectorAll('input[type="checkbox"]')[i
d^="check-all"]);
var oneCheckboxes =
document.querySelectorAll('input[type="checkbox"]')[i
d^="one"]);

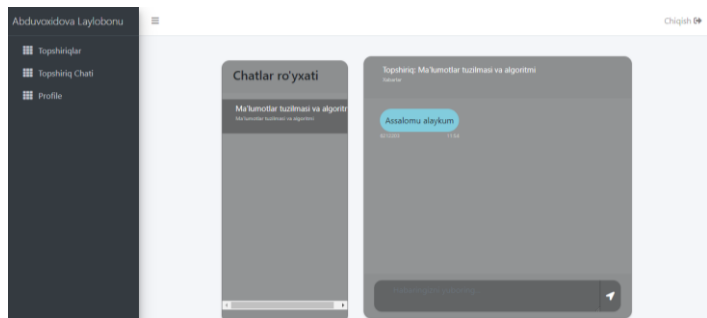
// Values massivini yaratish
var values = [];

// Check-all checkboxlar uchun hodisalar
```

```
checkAll.forEach(function(allCheckbox, index)
{
allCheckbox.addEventListener('change',
function() {
var oneCheckboxes =
document.querySelectorAll('input[type="checkbox"]')[i
d^="one" + index + ""]);
oneCheckboxes.forEach(function(oneCheckbo
x) {
oneCheckbox.checked = allCheckbox.checked;
});
// Qiymatlarni bitta massivga joylash
if (allCheckbox.checked) {
values[index] = [];
oneCheckboxes.forEach(function(oneCheckbo
x) {
values[index].push(oneCheckbox.value);
});
} else {
values[index] = [];
}
console.log(values);
updateDownloadLink();
});
});

// One checkboxlar uchun hodisalar
oneCheckboxes.forEach(function(oneCheckbo
x) {
oneCheckbox.addEventListener('change',
function() {
var allChecked = true;
oneCheckboxes.forEach(function(checkbox) {
if (!checkbox.checked) {
allChecked = false;
}
});
});
</script>
```





3-rasm. Har bir fan topshirig‘i uchun alohida chat tizimi

Bunda har bir fan topshirig‘i uchun alohida chat tizimi mavjud bo‘ladi, fanga biriktirilgan guruh talabalari va fan o‘qituvchisi topshiriq yuzasidan fikr almashish imkoniyatiga ega bo‘ladilar.

XULOSA

Moodle va HEMIS tizimlarini tahlil qilish jarayonida nazariy va amaliy muammolar o‘rganildi. Talabalar yuklagan topshiriq fayllari tekshirilib, mavjud muammolar o‘rganilishi natijasida zaruriy yo‘riqnomalar ishlab chiqilishi zarur ekanligi ma’lum bo‘ldi: mustaqil ishlarni rasmiylashtirish uslubiyoti, mustaqil ishlarni tayyorlash uslubiyoti. Amaliy tahlil jarayonida bir nechta muammolar aniqlanib, ularni hal qilish uchun sinov tariqasida yangi mustaqil ta’lim uchun mo‘ljallangan tizim taklif etildi. Yangi tizimli dasturning bir necha imkoniyatlari va kodning bir qismi maqolada keltirib o‘tildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-son farmoni.
2. K.L.Stefanovna. Texnik universitet talabalarining mustaqil ishini mustaqil tashkil etish qobiliyatini shakllantirish. Samara, 2017
3. M.M.Avliyakov, N.A.Rafiyeva, S.B.Shodiyeva. O‘quvchilarning mustaqil ishini tashkil etish usullari // Ijobiy maktab psixologiyasi. 2022. 6-tom, №4

4. D.A.Xalilov, G.M.Qurbonova. Axborotlashgan ta’lim muhitida talablarning mustaqil ishlarini tadqiqoti va uni tashkil qilish metodikalarini takomillashtirish (TATU Farg‘ona filiali misolida) // Universum: texnika fanlari: elektron ilmiy jurnal 2023. 12(117).
5. D.A.Xalilov, G.M.Qurbonova. Talabalarining mustaqil ishi xususiyatlarini o‘rganish // ERUS: Ta’limni innovatsion rivojlanish bo‘yicha xalqaro konferensiya” 2023/21.
6. Большой обзор LMS-систем: виды, поставщики и реальный кейс внедрения — Образование на vc.ru
7. V.Lyamkina. Tadbirkorlik universitetini raqamlashtirish shartlarida rivojlanish // Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar. 2023. 11-tom, №6.
8. M.K.Maxkamov, J.N.Usmonov, M.S.Usmonova. Oliy ta’limda ta’lim jarayonlarini raqamlashtirish // Periodica. 2022, 5-tom.

