

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.13.30.12.2019.T.07.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI TOSHKENT AXBOROT
TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**

XALILOV SIROJIDDIN PANJIEVICH

**MASOFAVIY TA'LIM JARAYONLARIDA TINGLOVCHILAR O'QUV
FAOLIYATINI VIDEOMONITORING QILISH AXBOROT TIZIMI,
MODEL VA ALGORITMLARI**

05.01.10 – Axborot olish tizimlari va jarayonlari

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
avtoreferati mundarijasи**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Xalilov Sirojiddin Panjiyevich

Masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilar o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish axborot tizimi, model va algoritmlari

Халилов Сирожиддин Панжиевич

Информационная система, модель и алгоритмы видеомониторинга учебной деятельности слушателей в процессе дистанционного обучения

Khalilov Sirojiddin Panjievich

Information system, model and algorithms for video monitoring of learners’ educational activities in distance learning processes

E’lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works.....

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.13.30.12.2019.T.07.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI TOSHKENT AXBOROT
TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**

XALILOV SIROJIDDIN PANJIEVICH

**MASOFAVIY TA'LIM JARAYONLARIDA TINGLOVCHILAR O'QUV
FAOLIYATINI VIDEOMONITORING QILISH AXBOROT TIZIMI,
MODEL VA ALGORITMLARI**

05.01.10 – Axborot olish tizimlari va jarayonlari

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.1.PhD/T5529 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiyasi Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (резюме)) Ilmiy kengashning veb sahifasida (www.tuit.uz) va “Ziyonet” axborot-ta’lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Xamdamov Utkir Raxmatillayevich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Saidov Abdusobir Abdurahmonovich
texnika fanlari doktori, professor

Kalandarov Ilyos Ibodullayevich
texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Samarqand davlat universiteti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti huzuridagi DSc.13/30.12.2019.T.07.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil “25” deka br da soat 10:00 dagi majlisida bo‘lib o’tadi. (Manzil: 100202, Toshkent shahri, Amir Temur ko‘chasi, 108-uy. Tel.: (99871) 238-64-43, faks: (99871) 238-65-52, e-mail: tuit@tuit.uz).

Dissertatsiya bilan Toshkent axborot texnologiyalari universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (384 raqam bilan ro‘yxatga olingan). (Manzil: 100202, Toshkent shahri, Amir Temur ko‘chasi, 108-uy. Tel.: (99871) 238-64-43).

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil “03” deka br kuni tarqatildi.
(2025 yil “01” 12 dagi 36 raqamli reestr bayonnomasi).


M.M.Musayev

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor


E.SH. Nazirova

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash kotibi, t.f.d., professor


Dj.B. Sultanov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash huzuridagi ilmiy seminar raisi, t.f.d., dotsent



KIRISH (falsaфа doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiyasi mavzusining dolzarbligi va zarurligi: Jahonda masofaviy ta’lim so‘nggi yillarda, ayniqsa global pandemiya davridan keyin keng tarqaldi. Tinglovchilarning o‘quv faoliyatini monitoring qilish esa ta’lim sifatini oshirish, ishtirokni baholash va o‘qitish jarayonini optimallashtirishda muhim vositaga aylandi. Videomonitoring tizimlari va ularning dasturiy ta’mnoti bu jarayonda samaradorlikni ta’minlash uchun yangi texnologik echimlarni talab qiladi. Tadqiqot mavzusi sifatida bu yo‘nalish O‘zbekiston ta’lim tizimida ham dolzarb hisoblanadi, chunki masofaviy ta’limni rivojlantirish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biridir.

Dunyo tajribasi shuni ko‘rsatadiki masofaviy ta’lim jarayonlarini tashkil etishda uning uzlusizligini ta’minlash hamda zamonaviy ta’lim texnologiyalarini va kasbiy rivojlanishning yangicha shakllarini o‘zlashtirish orqali mustaqil ta’lim olishga yo‘naltirilgan yo‘nalishning variativ tizimini ishlab chiqish asosiy yo‘nalishlar sifatida qaraladi. Angliyada tajribali kadrlarni tayyorlash turli yondashuvlar asosida tashkil etiladi. AQSHda oliy ta’lim tizimi masofaviy ta’lim jarayonlarini monitoringi Federal ta’lim vazirligining avtomatlashtirilgan boshqaruva tizimi orqali amalga oshiriladi. Shuningdek, ta’lim oluvchilar o‘z ish vaqtining 30 foizini amaliyotga yo‘naltirilgan faoliyatiga ajratadilar. Bu faoliyat talabaning o‘z kompetentligini amaliyotda oshirishi hamda mehnat bozoridagi mutaxassisligiga tegishli jarayonlar bilan uzviy aloqada bo‘lishini ta’minlaydi.

Respublikamizda oliy ta’lim tizimi masofaviy ta’lim jarayonlarida keng islohotlar olib borilmoqda, xususan, ta’lim jarayonlarini raqamli texnologiyalar asosida individuallashtirish, masofaviy ta’lim xizmatlarini rivojlantirish, vebinar, onlayn, “blended learning”, “flipped classroom” texnologiyalarini amaliyotga keng joriy etish, bundan tashqari imtihon jarayonida talabaning shaxsini avtomatik ravishda autentifikatsiyalash, uning xatti-harakatlari va nigohi yo‘nalishini nazorat qilish, xonadagi tovushlarni tahlil qilish, videodagi buzilishlarni tuzatish bo‘yicha chora - tadbirlar amalga oshirilmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2022 - 2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi farmonida, jumladan, “...oliy ta’lim tizimini yanada takomillashtirish, ta’lim tashkilotlari infratuzilmasini yanada rivojlantirish, sohaga axborot - kommunikatsion texnologiyalarni joriy etish” vazifalari belgilangan.¹ Mazkur vazifalarni amalga oshirishda, jumladan, zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari asosida masofaviy ta’lim dasturlarini tashkil etish, o‘quv jarayonining monitoringi, dars mashg‘ulotlari va nazorat tadbirlarini kuzatish va tahlil qilish, masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilar o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish algoritmlari va axborot tizimini ishlab chiqish muhim masalalardan biri hisoblanadi.

¹ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 28-fevraldagи PF-27-son “2022 — 2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasini “Insonga e’tibor va sifatli ta’lim yili”da amalga oshirishga oid davlat dasturi to‘g‘risida” gi farmoni.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 12-iyundagi “Oliy ta’lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari”gi PF-4732-son, 2019-yil 27-avgustdagи “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzlucksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g“risida”gi PF-5789-son, 2019-yil 8-oktabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g“risida”gi PF-5847-son farmonlari, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 3-oktabrdagi “Oliy ta’lim tashkilotlarida masofaviy ta’lim shaklini joriy etish chora-tadbirlari to‘g“risida”gi 559-son qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli barcha me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti ma’lum darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining IV. «Axborotlashtirish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish» ustuvor yo‘nalishlari doirasida bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darjasи: Dunyoning ko‘p sonli yetuk ilmiy tadqiqot ishlarida monitoring masalasi, talabalari o‘zlashtirish ko‘rsatikichlari, ta’lim jarayonlari samaradorligini baholashning muhim shaklini joriy qilish bo‘yicha Adam Swinyard, Niall Marriott, J.D.Willms, E.N. Richixina, Ye.A.Semina, A.N.Mayorov, V.I.Vovna, N.F.Illina, shuningdek, pedagogik jarayonlarni montoringini olib borishning axborot tizimi model va algoritmlarini ishlab chiqish bo‘yicha olimlar ilmiy faoliyat olib borishgan.

Respublikamizda axborot tizimlarini modellashtirish, dastur algoritmlarini ishlab chiqish, ma’lumotlarni qidirish, ta’limda axborot - kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etish bo‘yicha A.A.Abduqodirov, M.Arifov, U.Begimkulov, U.R.Xamdamov, A.X.Nishanov, A.B.Akbaraliyev, N.I.Taylaqov, S.S.G‘ulomovlar, axborot tizimlarida intellektual tahlillash usullari asosida ma’lumotlarga ishlov berish, bilimlar bazasini shakllantirish masalalari bo‘yicha M.A.Raxmatullaev, A.X.Nishanov, B.B.Mo‘minovlar, axborot tizimlari va jarayonlarini modellashtirish masalalari bo‘yicha A.A.Saidov, J.B.Sultanov, B.Maxmanov, B.B.Elov, J.B.Elovlar ilmiy tadqiqot olib bormoqdalar.

Sun’iy intellekt texnologiyalarini yordamida masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilarining ishtirokini real vaqt rejimida videomonitoring qilishni modellashtirish, masofaviy ta’lim dasturlarini tashkil etish, nazorat jarayonlarining monitoringi, dars mashg‘ulotlari va nazorat tadbirlarini kuzatish va tahlil qilish, ta’lim jarayonlarini raqamli texnologiyalar asosida individuallashtirish, vebinar, onlayn, “blended learning”, “flipped classroom” texnologiyalarini amaliyatga keng joriy etish, tinglovchilar shaxsini avtomatik ravishda autentifikatsiyalash muammolari etarli darajada o‘rganilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta’lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. № FL-9024093942 sonli “Yangi aqli materiallarni yaratish sun’iy intellekt, Big Data jarayonlarini modellashtirish tadqiq etish” nomli ilmiy loyiha va

“Cyber4CA:Markaziy Osiyo raqamli mehnat bozori uchun kiberxavfsizlik bo‘yicha innovatsion magistratura ta’lim dasturini ishlab chiqish (Cyber4CA: Development of Innovative Graduate Educational Program in Cyber Security for Digital labor market of Central Asia)” loyihalari doirasida.

Tadqiqotning maqsadi: Masofaviy ta’lim jarayonida tinglovchilar o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish, shaxsini avtomatik ravishda autentifikatsiyalash, ularning xatti-harakatlari va nigohi yo‘nalishini nazorat qilish model va algoritmlarini ishlab chiqish hamda axborot tizimini yaratishdan iborat.

Tadqiqot ishining vazifalari:

masofaviy ta’lim jarayonidagi tinglovchilarning o‘quv faoliyatini videomonitoringini olib borishni tashkil etishning ilmiy, uslubiy, tashkiliy hamda dasturiy ta’motini tizimli tahlil qilish;

masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilarning o‘quv faoliyatini tashkil etish va boshqarishga asoslangan intellektual videomonitoring tizimining takomillashtirilgan funksional tuzilmasi ishlab chiqish;

masofaviy ta’lim axborot tizimining tinglovchilar bilimini baholash va ta’lim olish jarayonlarida ta’lim oluvchilar shaxsini avtomatik identifikasiya qilish, kamera oldidagi harakatlari va yuzining soxtaligini aniqlashning nevron tarmoqqa asoslangan modellari ishlab chiqish;

masofaviy ta’lim oluvchi talabalarining o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish axborot tizimidagi talabalar harakatini baholash jarayonlarining axborot modellari va algoritmlarini ishlab chiqish;

masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilar o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish axborot tizimining arxitekturasi hamda boshqa tizimlar bilan integratsiya interfeyslari ishlab chiqish.

Tadqiqotning obyekti sifatida masofaviy ta’limda tinglovchilar o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish, ularni avtomatik autentifikatsiyalash va xatti-harakatlari nazorat qilish jarayonlari qaralgan.

Tadqiqot ishining predmeti masofaviy ta’lim jarayonidagi tinglovchilarning o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish asosida shaxsini avtomatik ravishda autentifikatsiyalash, uning xatti-harakatlari va nigohi yo‘nalishini nazorat qilish modellari, algortimlari va axborot tizimlaridan iborat.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot ishida qiyosiy tahlillash, axborot jarayonlarini tavsiflash, biznes jarayonlarini modellashtirish, qaror qabul qilish usullari obyektga yo‘naltirilgan dasturlash, tajriba-hisoblash va modellashtirish usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi:

masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilarning o‘quv faoliyatini tashkil etish va boshqarishga asoslangan intellektual videomonitoring tizimining takomillashtirilgan funksional tuzilmasi ishlab chiqildi.

masofaviy ta’lim axborot tizimining ta’lim olish jarayonlarida tinglovchilar shaxsini avtomatik identifikasiya qilish, kamera oldidagi harakatlari va yuzining soxtaligini aniqlashning nevron tarmoqqa asoslangan modellari ishlab chiqilgan;

masofaviy ta’lim oluvchi talabalarning o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish axborot tizimi asosida talabalar harakatini baholash jarayonlarining axborot modellari va algoritmlari ishlab chiqilgan.

masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilar o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish axborot tizimi asosida tizimning arxitekturasi hamda boshqa axborot tizimlari bilan integratsiya interfeyslari ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari:

masofaviy ta’lim jarayonlarini samarali boshqarish, monitoring qilish, videoanalitika va sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalangan holda tinglovchilarning o‘quv faoliyatini real vaqt rejimida kuzatish, baholash hamda tahlil qilish axborot tizimi ishlab chiqilgan;

yaratilgan model va algoritmlar orqali tinglovchilarning yuz ifodalari, tana harakatlari va diqqat markazlashuvi asosida ularning darsga jalb qilish darajasini aniqlash asosida mashg‘ulotlarga ishtirokini avtomatik baholash bilan masofaviy ta’lim jarayonining sifatini oshirish maqsadida AutoProctoring axborot tizimi ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalari ilmiy va amaliy jihatdan ishonchli bo‘lib, bu bir qator nazariy va eksperimental tadqiqotlar, aniq metodik yondashuvlar va tahlillar orqali tasdiqlandi. Ilmiy ishonchlilikni ta’minalash uchun tadqiqotda zamonaviy ilmiy-uslubiy yondashuvlar va matematik modellashtirish usullari qo’llanildi. Tadqiqot davomida to‘plangan ma’lumotlar keng statistik tahlil asosida qayta ishlanib, natijalar aniq ilmiy dalillarga asoslangan.

Ishlab chiqilgan model va algoritmlar real ta’lim muhitida eksperimental sinovdan o‘tkazilib, o‘quv jarayonida tinglovchilarning faoliyatini kuzatish va baholashda yuqori samaradorlik ko‘rsatdi. Sinovlar turli ta’lim muassasalarida va har xil sharoitlarda o‘tkazilib, tizimning aniqligi va ishonchliligi tekshirildi. Shuningdek, ta’lim jarayonida axborot xavfsizligini ta’minalash va ma’lumotlar shaffofligini saqlash maqsadida blokcheyn texnologiyalari joriy etilishi natjalarning ishonchliligini mustahkamlagan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati masofaviy ta’lim jarayonida tinglovchilarning o‘quv faoliyatini videomonitoring qilishning axborot modeli, autentifikatsiyalash, xatti-harakatlar va soxta yuzlarni aniqlash modeli hamda oliy ta’lim muassasalarining masofaviy ta’lim shaklida tahsil olayotgan talabalarni videomonitoring qilish jarayonlari algoritmining ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi;

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati masofaviy ta’lim jarayonining samaradorligini oshirish, ta’lim sifatini monitoring qilish maqsadida videoanalitika va sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalangan holda tinglovchilarning o‘quv faoliyatini real vaqt rejimida kuzatish, baholash hamda tahlil qilish axborot tizimi hamda tana harakatlari va diqqat markazlashuvini aniqlash orqali mashg‘ulotlarga ishtirokini avtomatik baholashning AutoProctoring axborot tizimi ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Dissertasiya doirasida olib borilgan tadqiqotlar natijasida ishlab chiqilgan masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilar

o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish axborot tizimi model va algoritmlari asosida:

masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilar o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish axborot tizimi “Oliy ta’lim tizimi kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish instituti”ning Axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etish va masofadan o‘qitishni tashkil etish bo‘lim tinglovchilar o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish uchun joriy qilindi (O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2025-yil 20-iyundagi 4/17-06/20-05-10-sonli ma’lumotnomasi). Natijada tinglovchilarning masofaviy kurslardagi ishtiroki va faoliyatini avtomatlashtirilgan tarzda kuzatish orqali o‘quv jarayonini boshqarish sifati 25% oshdi;

masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilar o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish axborot tizimi “Sarbon universiteti” ning ta’lim jarayonidagi masofaviy tashkil etilgan yakuniy va oraliq nazorat test imtihon vaqtin talabalarning harakatlarini real vaqt rejimida kuzatish va imtihonlarda adolatli o‘tishimi ta’nimlash uchun foydalanildi (O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2025-yil 20-iyundagi 4/17-06/20-05-10-sonli ma’lumotnomasi). Natijada videomonitoring tizimini aldash holatlarini aniqlash samaradorligi 6% ga yaxshilangan, boshqa tizimlarga nisbatan ya’ni 9% pasayishga erishdi;

masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilar o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish axborot tizimi “ICT ACADEMY” nodavlat ta’lim muassasasi qoshidagi masofaviy o‘qitish jarayonida joriy etilgan videomonitoring axborot tizimi ta’lim jarayonini avtomatlashtirish, tinglovchilar ishtirokini real vaqt rejimida baholash, shaxsni aniqlash va faollik darajasini monitoring qilish uchun joriy etildi (O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2025-yil 20-iyundagi 4/17-06/20-05-10-sonli ma’lumotnomasi). Tizim yordamida tinglovchilarning darsga jalb etilganlik darajasi, diqqat va davomati sezilarli darajada oshdi, texnik resurslardan foydalanish samaradorligi esa 100% ga yetkazildi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 10 ta, jumladan 7 ta xalqaro va 3 ta Respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida ma’ruza qilingan hamda muhokamadan o’tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e’lon qilinganligi. Dissertasiya mavzusini bo‘yicha 21 ta ilmiy ish jumladan, O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestasiyasi komissiyasining doktorlik dissertasiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 8 ta maqola, shundan 5 ta xorijiy jurnallarda va 3 ta Respublika jurnallarida, xalqaro va respublika konferensiylarida 10 ta, shuningdek boshqa ilmiy jurnalarda 2 ta hamda 1 ta EHM uchun dasturiy mahsulotlarga guvohnomalar olingan.

Dissertatsiya tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish qismi, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati, shartli belgilar va atamalar ro‘yxati hamda ilovalardan iborat. Dissertasiyaning hajmi 120 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbliji va zarurati asoslangan, tadqiqot maqsadi va vazifalari belgilab olingan, tadqiqotning ob'ekti va predmeti aniqlangan. O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalari taraqqiyotining ustuvor yo'naliishiga mosligi ko'rsatilgan, olingan natijalarining ishonchliligi asoslab berilgan, tadqiqot natijalarining nazariy va amaliy ahamiyati ochilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy qilinish holati, chop etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi to'g'risidagi ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsyaning "**Korporativ axborot tizimlarida intellektuallashgan videomonitoring jarayonlarining tizimli tahlili**" nomli birinchi bobida ta'lim jarayonlarini boshqarishning korporativ axborot tizimlarida videomonitoring usullari va texnologiyalarining tahlil qilingan, masofaviy ta'lim platformalarida foydalanuvchilarни biometrik identifikatsiyalashning o'ziga xos xususiyatlari tadqiq etilgan, tasvirlarga ishlov berish va tanib olish usullariga asoslangan videomonitoring jarayonlaridagi asosiy yondoshuvlar ko'rib o'tilgan. Shuningdek, masofaviy ta'lim jarayonlarini tashkil etishning samaradorligini oshirish muammolari va tadqiqot vazifalari belgilab olingan.

Ta'lim jarayonlarini boshqarishning korporativ axborot tizimlarida videomonitoring usullari va texnologiyalarining holati o'rganilgan bo'lib. Xususan, pandemiya davrida masofaviy ta'limga o'tilgach, onlayn imtihonlarda akademik halollikni ta'minlashda proktoring tizimlarining roli keskin oshgani kuzatish mumkin. Proktoring tizimlarining texnologik jihatlari – foydalanuvchi autentifikatsiyasi, monitoring jarayonini boshqarish, hisobotlar tayyorlash, shuningdek, texnik va huquqiy talablar qamrab olingan. ProctorEdu, Examus kabi ilg'or tizimlarning afzallik va kamchiliklari ko'rsatib o'tilgan. Onlayn proktoringning jonli, yozib olinadigan va avtoproktoring kabi shakllarining solishtirma tahlili keltirilgan.

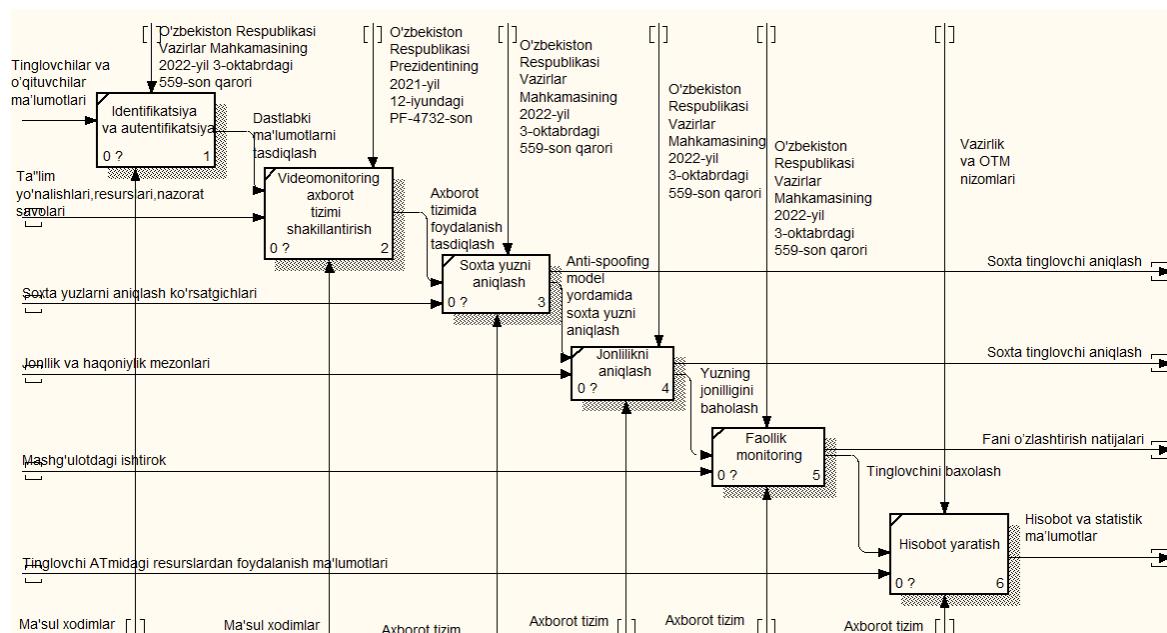
Tasvirlarga ishlov berish va ularni tanib olish algoritmlari asosida monitoring tizimlarining texnik imkoniyatlari yoritilgan. Kompyuterli ko'rish, konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN), ko'p qatlamlı neyron tarmoqlar, Xolfild tarmoqlari va yuqori tartibli neyron tarmoqlarning tasvirni qayta ishslashdagi roli ochib berilgan. Viola-Jones algoritmi, elastik grafik taqqoslash va chiziqli diskriminant tahlil kabi yondashuvlar ilmiy mezonlar asosida solishtirilgan.

Tadqiqotning dolzarbliji asosida asosiy ilmiy muammo aniqlanib, dissertatsiya doirasidagi vazifalar belgilab olindi. Jumladan, masofaviy ta'limda tinglovchi faoliyatini videomonitoring orqali baholash, yuzni biometrik identifikatsiyalash, xatti-harakatlarni real vaqtida tahlil qilish va sun'iy intellekt asosida integrallashgan algoritmlarni ishlab chiqish vazifalari shakllantirildi.

Dissertatsyaning "**Intellektuallashgan videomonitoring jarayonlarini tashkil etish va takomillashtirish**" nomli ikkinchi bobida, masofaviy ta'lim jarayonlarida tinglovchilarning o'quv faoliyatini tashkil etish va boshqarishning videomonitoring tizimini modellashtirish, masofaviy ta'lim jarayonida tinglovchini monitoring qilish uchun tasvirlarni qayta ishslash algoritmi taqqoslash, intellektuallashgan videomonitoring jarayonlarida tinglovchini tanib olish va qaror

qabul qilish samaradorligini oshirish va ta’lim jarayonlarini boshqarishning ko‘p bosqichli imitatsion modelini ishlab chiqishligi ko‘rsatilgan.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 12-iyundagi PF-4732-son farmoni— bu masofaviy ta’limni rivojlantirishning umumiyligi strategik asoslarini belgilaydi. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 3-oktabrdagi 559-soni qarori — masofaviy ta’lim platformalari, talablar, nazorat shakllari va monitoring mezonlarini belgilangan. Quyidagi rasmda keltirilgan masofaviy ta’lim oluvchi talabalarining o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish axborot tizimining IDEF0 asosidagi funksional model keltirilgan bo‘lib, axborot tizimida har tinglovchi tomonidan bajariladigan amallar bir necha jarayonlarga bo‘lingan holda videomonitoring qilinadi. Ushbu model masofaviy ta’limning barcha ishtirokchilarini yagona monitoring asosidagi axborot tizimida birlashtiradi. Bu esa ta’limda sifatni nazorat qilish, raqamli transformatsiyani chuqurlashtirish va akademik halollikni mustahkamlash uchun zaruriy yechimdir.



1–rasm. Masofaviy ta’lim oluvchi talabalarning o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish axborot tizimining IDEF0 asosidagi funksional model

Bu model ma'lumotlarni boshqarishni osonlashtiradi va katta hajmdagi ma'lumotlarni tez qayta ishslash imkonini beradi. Statistik ma'lumotlarni qayta ishslashda dinamik qatorlar va tizimli tahlil usullari qo'llaniladi, bu esa talabalarning faoliyatini guruhash va taqqoslashda foydalidir. Masalan, tahlillar shuni ko'rsatadiki, masofaviy ta'limda talabalarning 60% darslarda faol ishtirot etsa, 40% diqqat darajasi past bo'ladi, bu esa individual yondashuv zarurligini ko'rsatadi.

Foydalanuvchini tanib olish va qaror qabul qilish samaradorligini oshirish masalasi chuqur yoritilgan. Yuzni tanib olish uchun OpenCV va Seetaface texnologiyalariga asoslangan, konvolyutsion neyron tarmoqlar orqali ishlov beruvchi algoritmlar, Haar to‘rtburchak xususiyatlari, Bcrypt shifrlash usullari va ikki omilli autentifikatsiya mexanizmlari taklif etilgan.

Yuzni tanib olish masalasida tasvir xususiyatlarini ajratish Haar to'rtburchagi asosida amalga oshirilgan, bunda tasvirning xususiyat qiymatlari to'rtburchakning piksel qiymatlari bilan belgilanadi.

$$\cap^n_{[w,h]} = \left(\left[\frac{n}{w} \right] + \left[\frac{n-1}{w} \right] + \cdots + \left[\frac{w+1}{w} \right] + 1 \right) * \left(\left[\frac{n}{h} \right] + \left[\frac{n-1}{h} \right] + \cdots + \left[\frac{h+1}{h} \right] + 1 \right) \quad (1)$$

bu erda w va h mos ravishda to'rtburchak xususiyatlarining kengligi va balandligini ifodalaydi.

Yuqoridagi formuladan ko'rinish mumkinki, funksiyalar soni juda katta va OpenCV usuli bu muammoni integral tasvir usulini joriy etish orqali hal qiladi.

$$g(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} f(x', y') \quad (2)$$

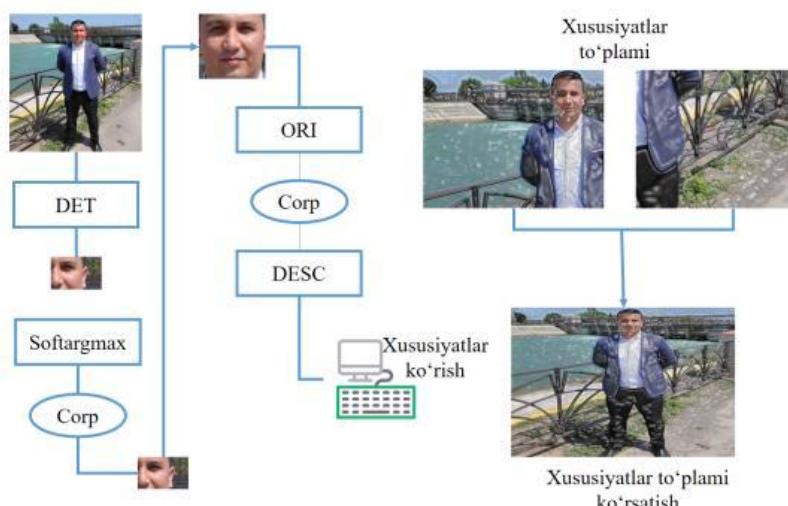
bu erda f ixtiyoriy tasvir va g integral tasvir bo'lsin. Shunda har qanday $A(x, y)$ piksel qiymati sufatida aniqlanadi.

$$s(x, y) = s(x, y - 1) + f(x, y), \quad (3)$$

$$g(x, y) = g(x - 1, y) + s(x, y) \quad (4)$$

bu erda $s(x, y)$ har bir satr uchun yig'ma qiymat, $s(x, -1) = 0$ ning boshlang'ich qiymati va $g(x, y)$ ning boshlang'ich qiymati $g(-1, y) = 0$ teng.

Tasvir xususiyatlarni ajratishda Seetaface usuli bu konvolyutsion neyron tarmoqning yangi tuzilishi bo'lib, bunda neyron tarmog'i bir necha modullardan ya'ni yuzni aniqlash, xususiyat nuqtalari joylashtirish, xususiyatlarni ajratish va taqqoslash modulidan iborat bo'ladi. Birinchidan, fon qismini olib tashlash uchun tasvirning yuz qismi segmentlarga bo'linadi. Algebraik shaklda ifodalangan xususiyatlar xaritasini olish uchun yuzning xususiyat nuqtalari tanlab olinadi va chiqariladi hamda u bir xil shaxs ekanligini aniqlash uchun korrelyatsiya bilan taqqoslanadi. Xususiyatlarni ajratib olish 2-rasmda ko'rsatilgan.

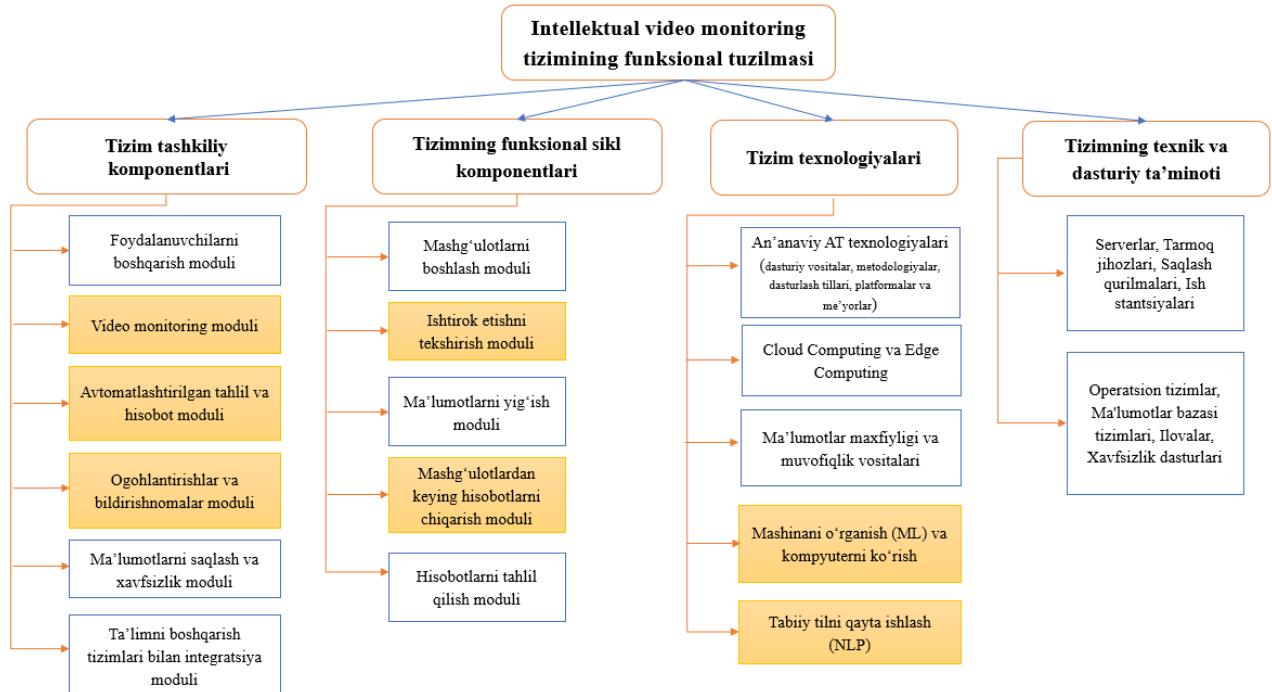


2-rasm. Tasvir xususiyatlarni ajratish

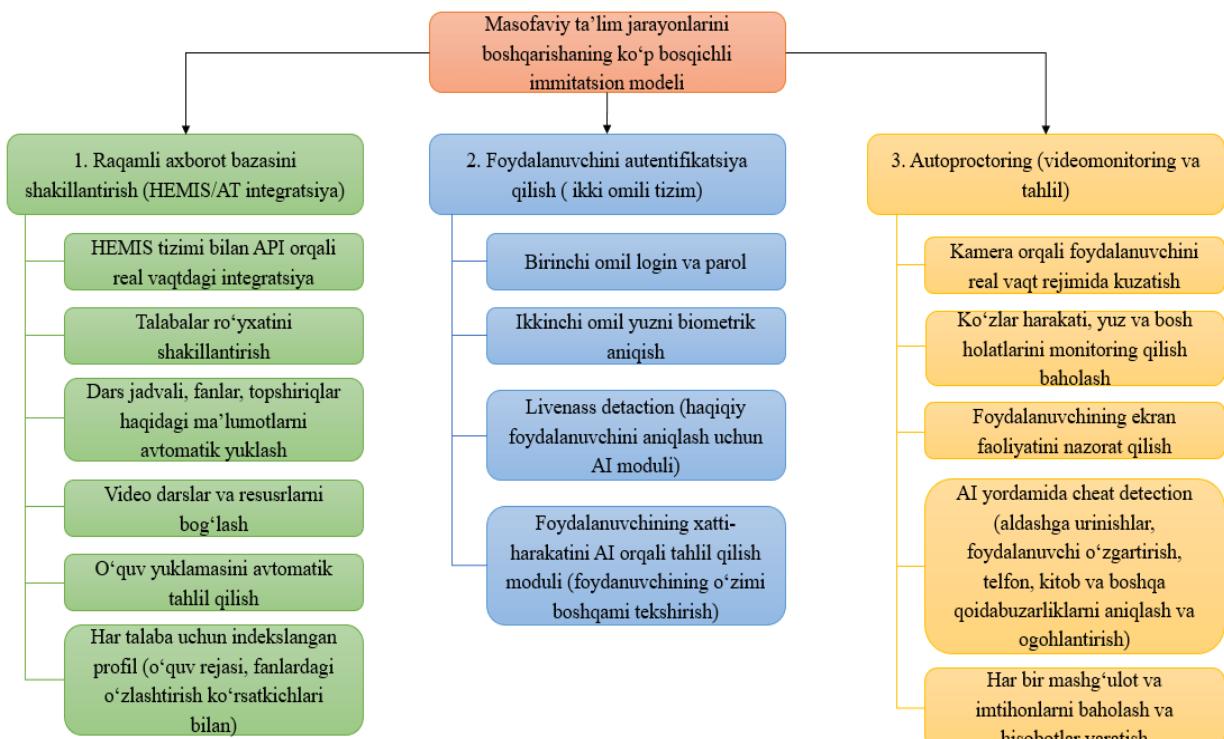
Ayniqsa, foydalanuvchini login-parol orqali birlamchi va biometrik identifikatsiya asosida ikkilamchi omil orqali tanib olish mexanizmi bat afsil bayon qilingan. Shu bilan birga, real vaqtli monitoring davomida doimiy yuzni aniqlash, harakat traektoriyasini kuzatish va "liveness detection" orqali haqiqiy foydalanuvchini ajratib olish texnologiyalari qo'llaniladi.

Masofaviy ta'lim jarayonlarini boshqarishning ko'p bosqichli imitatsion modeli taklif etilgan. Bu model uch asosiy bosqichni o'z ichiga oladi: HEMIS bilan API integratsiyasi orqali raqamlı axborot bazasini shakllantirish, ikki omilli

autentifikatsiya orqali foydalanuvchini identifikatsiyalash va uchinchi bosqichda AI asosida avtoproktorning mexanizmlarini ishga tushirish. Foydalanuvchining shaxsini tanib olish, uning kameradagi harakatlarini real vaqtida kuzatish, harakat va ovozlar tahlili, aldov holatlarini aniqlash kabi funksiyalarni o‘z ichiga oladi. Monitoring hisobotlari dashboard ko‘rinishida vizual tarzda taqdim etiladi.



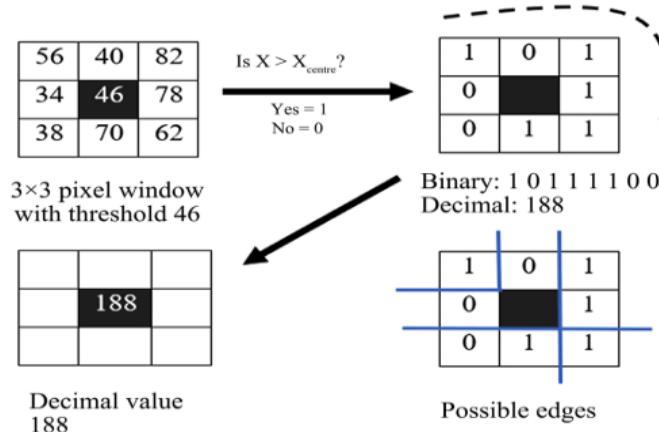
3-rasm. Videomonitoring qilish axborot tizimining takomillashtirilgan funksional tuzilmasi



4-rasm. Masofaviy ta'lim jarayonlarini boshqarishning ko'p bosqichli immitatsion modeli

Dissertatsiyaning “**Videomonitoring jarayonlarinini tashkil etish va takomillashtirish algoritmlari**” deb nomlangan uchinchi bobida, real vaqtida identifikatsiyalash texnologiyalariga asoslangan videotasvirlardan yuzni tanib olish va haqqoniyligini aniqlash va uchun kengaytirilgan chuqur o‘rganish arxitekturasi hamda masofaviy ta’lim platformasida soxta yuzlarni aniqlashni chuqur neyron tarmoq modellarini ishlab chiqishga qaratilgan. Bunda real vaqtida identifikatsiyalash texnologiyalariga asoslangan videotasvirlardan yuzni tanib olish va haqqoniyligini aniqlash algoritmi keltirilgan. Yuzning haqqoniyligini aniqlash va tahlil qilish inson yoshi, jinsi, yuzning shakli, ko‘z, qosh, burun, lablarning joylashuvi va boshqa ma’lumotlarni olish va to‘plashni o‘z ichiga oladi. Real vaqtida identifikatsiyalash usullariga asoslangan videotasvirlardan yuzni haqqoniyligini aniqlash uchun Viola-Jones algoritmidan foydalanish belgilab olindi.

Xususiyatlarni ajratib olish uchun kulrang tasvir 3×3 oyna katakchalariga bo‘linadi (5-rasmda ko‘rsatilgan) va markaziy 8-pikseli soat o‘ynalishi bo‘yicha yoki soat milliga teskari yo‘nalishda pikselning har biri bilan taqqoslanadi. Agar atrofdagi piksellar markaziy pikseldan kattaroq bo‘lsa, u shu 8-pixel bilan almashtiriladi aks holda u nolga tenglashtiriladi. Shunday qilib, olingan 3×3 oynaning markaziy qiymatdan tashqari qiymatlarini soat o‘ynalishi bo‘yicha hisoblasak 8 bitli ikkilik son natijasini olamiz va asl katakdagi markaziy piksel bilan ikkilik sonning o‘nlik ekvivalenti bilan almashtiramiz. Bu hisob usuli tavirning markaziy xususiyatilarini aks ettirish uchun qo‘llaniladi.



5–rasm. LBP operatori

Agar a_c va $a_0, a_1, a_2, \dots, a_{p-1}$ mos ravishda markaziy piksel hamda qo‘sni piksellar deb hisoblansa (x, y) ning joylashuviga qarab markaziy pikselga nisbatan 8 bitli LBP kodni olishimiz mumkin.

$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{p-1} S(a_c - a_p)2^p \quad (5)$$

Yuqorida keltirilgan tenglamani quyidagi $s(f)$ chegara funksiyasi bilan aniqlash mumkin.

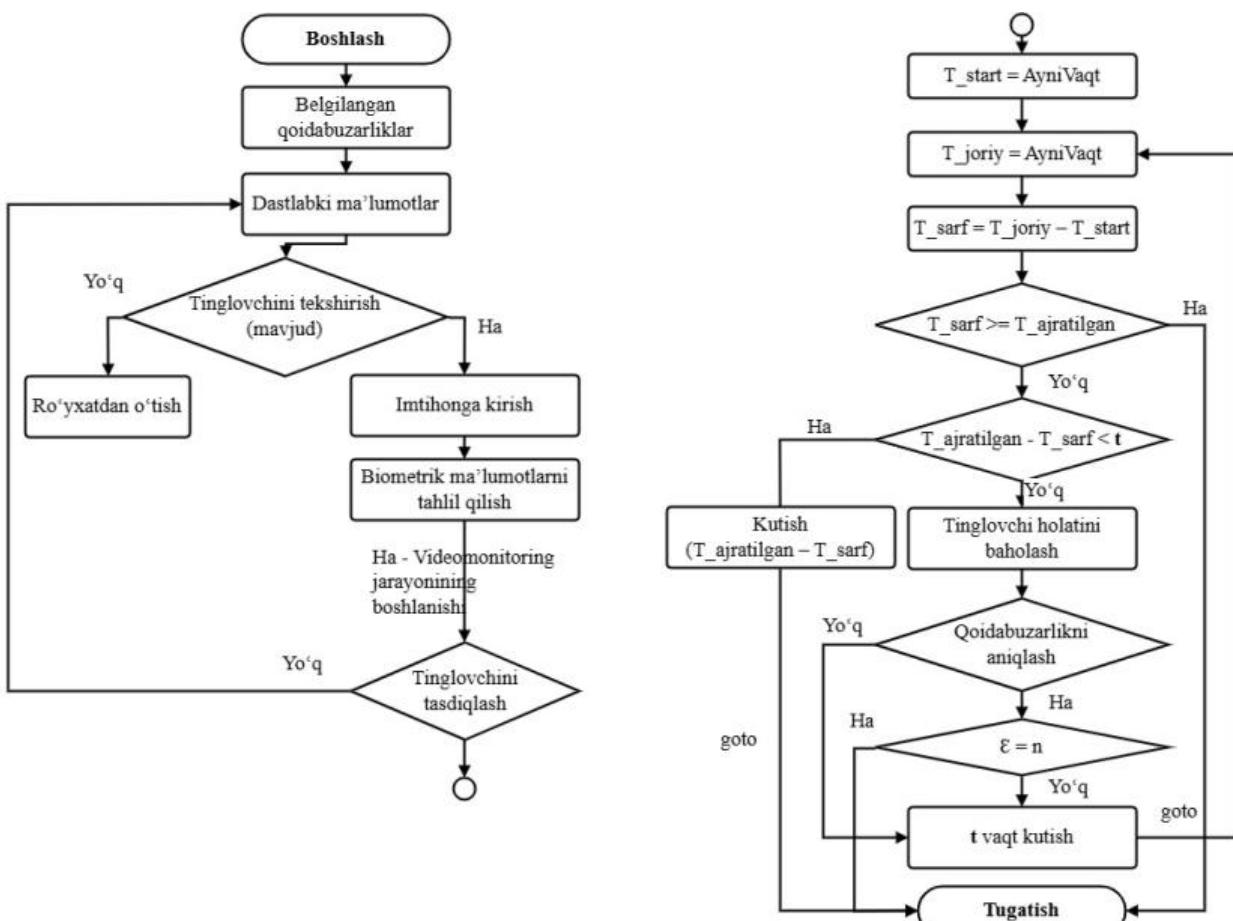
$$s(f) = \begin{cases} 1, & z \geq 0 \\ 0, & z < 0 \end{cases} \quad (6)$$

LBPH algoritmida tekstura deskriptori sifatida ishlatiladigan histogramma asosan kirish tasviri uchun barcha piksellarning LBP kodlari to‘plamini beradi:

$$LBPH(h) = \sum_{x_c, y_c} \delta\{i, LBP(x_c, y_c)\}, i = 0, 1, \dots, 2^{p-1} \quad (7)$$

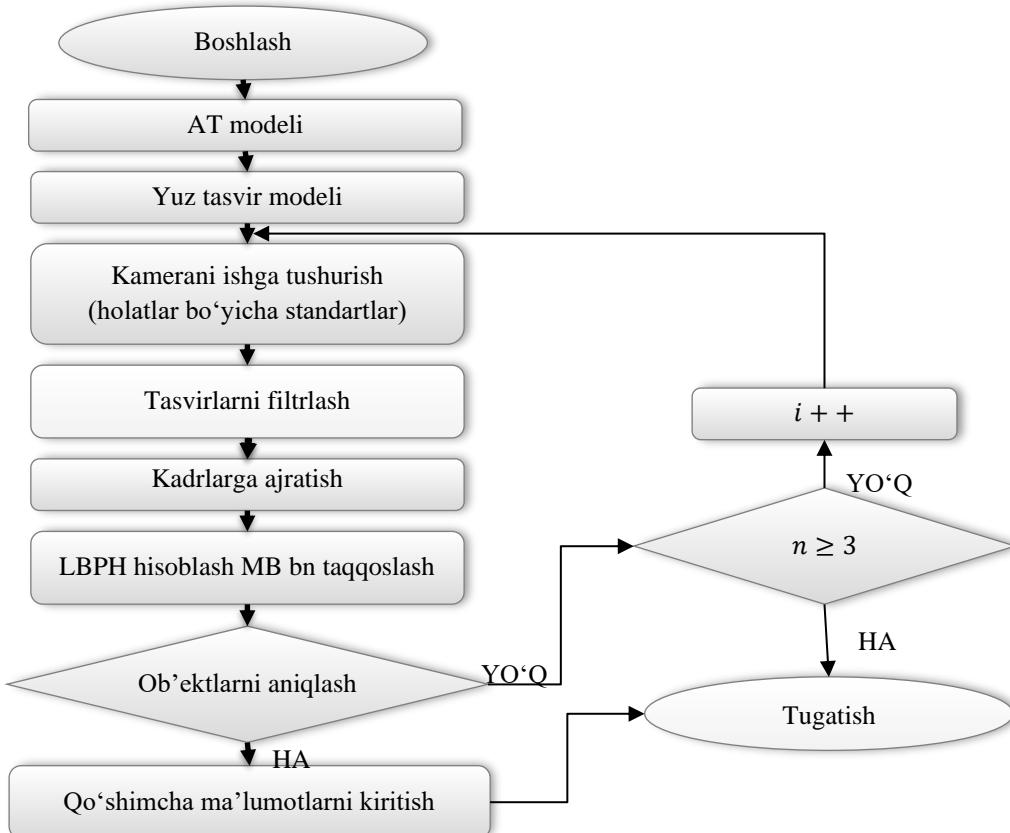
bu erda $\delta(i)$ Kroneck funksiyasi sifatida tanlangan.

Butun kulrang yuz tasviri LBPH algoritmida bir nechta kichik mintaqalarga bo‘linadi va keyin har bir kichik mintaqaning LBP xususiyati vektorlari chiqariladi. Shundan so‘ng, LBP xususiyat vektorlaridan har bir kichik hududning histogrammasi hisoblanadi. Keyin pastki hududlarning barcha histogrammalari birlashtirilib, olingan to‘liq tasvirning katta o‘lchamli histogrammasi tasvirning asosiy xususiyatini ifodalaydi.



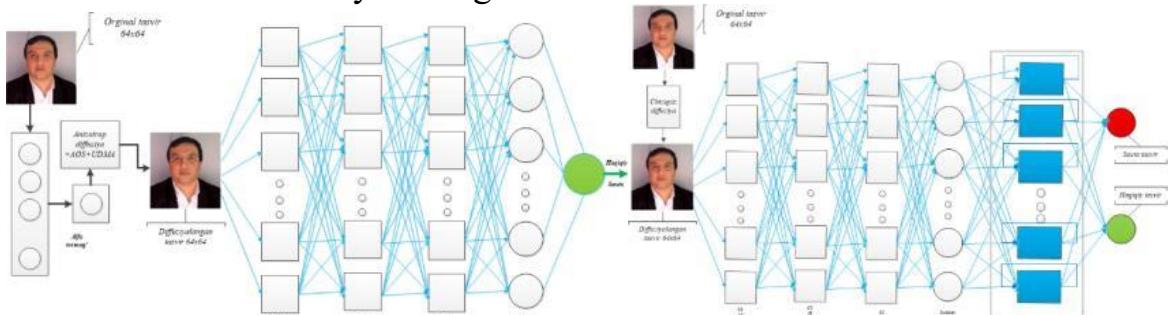
6–rasm. Imtihon jarayonini videomonitoring qilish algoritmi

Ilmiy tadqiqot ishida Yuzni tanib olish bo'yicha tajriba ishlari noutbukning o'rnatilgan veb-kamerasi yordamida amalga oshirildi. Ushbu kamera yordamida olingan videotasvirlar dastlabki ma'lumotlar to'plami sifatida qabul qilindi. Tasvirlarning ayrimlarida aniqlik darajasi past bo'lganligi sababli, ularni qayta ishlash jarayonida kadrga ajratish (frame extraction) usulidan foydalanildi. Tanib olish bosqichida veb-kameradan 100 millisekund oralig'ida olingan videotasvirlar ketma-ket kadrlar shaklida ajratilib, har bir kadr alohida rasm sifatida tahlil qilindi. Ushbu tadqiqot ish uchun 10 kishidan iborat shaxslarning ma'lumotlar bazasini yaratdik. Tadqiqot ishida ikkita ma'lumotlar bazasi to'plami foydalanish uchun yaratildi. Birinchi ma'lumotlar bazasi to'plami 200 ta yuz tasviridan iborat bo'lib, unda jami 2000 ta yuz tasviri mavjud hamda ikkinchi ma'lumotlar bazasi to'plamida 5000 ta yuz tasvirlari mavjud.



7–rasm. Video tasvirdan yuz va ob'ektlarni tanib olish algoritmi

Masofaviy ta'lif platformasida inson yuzning jonliligini aniqlash uchun kengaytirilgan chuqur o'rGANISH arxitekturasi ishlab chiqilgan. Buning uchun Replay-Mobile ma'lumotlar to'plamida eng yaxshi natijalarga erishgan CNN-LSTM arxitekturasidan foydalanilgan.



8–rasm. Yuz soxtaligi va haqoniyligini o'rGANISH neyron tarmoq modeli

Taklif etilayotgan arxitektura kadrlar qatoriga chiziqsiz diffuziyani qo'llash orqali aniq chetlarni olish va chegaralarning joylashishini saqlashda ko'rindi, shuningdek, diffuziyalangan kadrlarni CNN-LSTM tarmog'iga uzatish orqali amalga oshiriladi. Chiziqli diffuziya kiritilgan tasvirni barcha yo'nalishlarda bir xil sur'atda tekislaydi hamda shovqinni olib tashlaydi. Shu sababli, tekislik jarayoni tasvirning muhim xususiyatlari, masalan, chetlar haqidagi ma'lumotlarni hisobga olmaydi. Chiziqli diffuziya tenglamasining echimi quyidagicha beriladi:

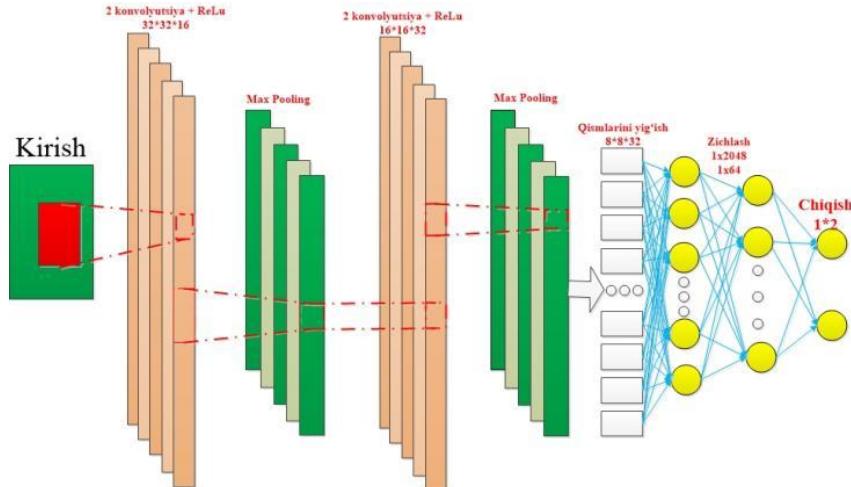
$$\frac{\partial S}{\partial t} = \operatorname{div}(d\nabla S) \quad (8)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \operatorname{div}(g|\nabla S|\nabla S)II \quad (9)$$

$$(S_k)^{t+1} = \sum_{l=1}^n (nS - \tau n^2 A_l)^{-1} S_k^t, \quad (10)$$

$$(S_k)^{t+1} = (2S - 4\tau A_1)^{-1} S_k^t + (2S - 4\tau A_1) S_k^t, \quad (11)$$

Jonlilikni aniqlash faqat tekislangan yuzlarda amalga oshiriladi. Jonlilikni aniqlashning eng oddiy modeli bu ketma-ket qatlamlı CNN neyron tarmoq modeli hisoblanadi. Biz taklif etayotgan CNN oddiy bir necha bosqichli filtrlardan iborat. Modelga yuklangan barcha rasmlar 32×32 o'zgartiriladi. Barcha piksellarning intensivligi $[0,1]$ oraliqda o'lchanadi. Taklif etilayotgan model quyidagi rasmda ketirilgan.



9-rasm. Foydalanuvchini identifikatsiya qilish va ularning shaxsini aniqlash asosida chuqur o'rgatilgan model

Ushbu tadqiqotda inson yuzini tanib olish hamda haqoniyligini aniqlash uchun taklif etilgan CNN-LSTM arxitekturasi asosida eksperiment o'tkazildi. Maqsad, turli shovqinlar va holatlar ostida yuzni hamda foydalanuvchi haqiqiyligini aniqlash jarayonini tadqiq qilishdir.

1-jadval

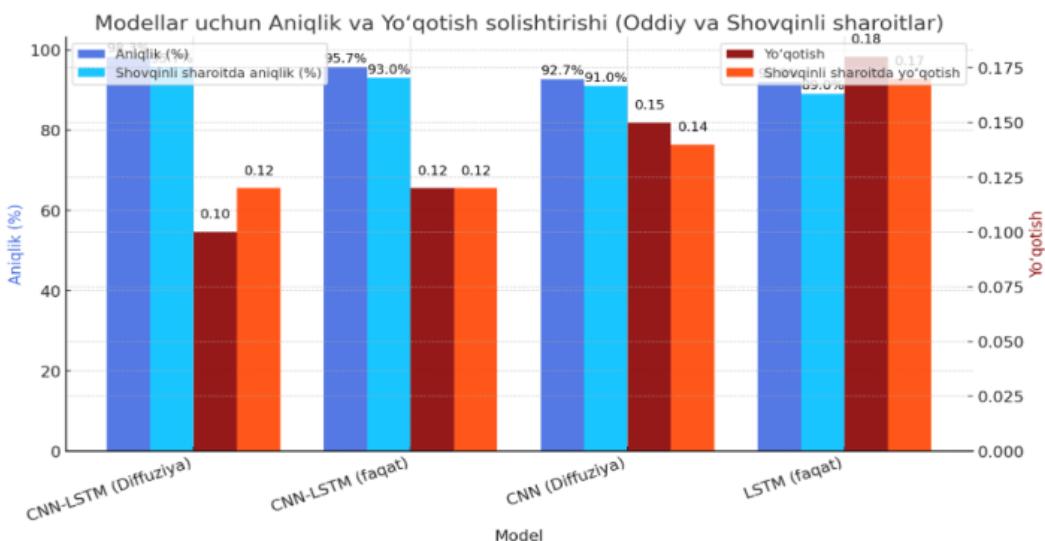
Modelni sinovdan o'tkazishda olingan natijalar

Model	Aniqlik (%)	Yo'qotish	Shovqinli sharoitdagি aniqlik (%)	Shovqinli sharoitdagি yo'qotish
CNN-LSTM (Diffuziya)	98.3	0.1	95.7	0.12
CNN-LSTM (faqat)	95.7	0.12	93	0.12
CNN (Diffuziya)	92.7	0.15	91	0.14
LSTM (faqat)	92	0.18	89	0.17

Aniqlik: CNN-LSTM modelimizda chiziqli diffuziya qo'shilganda aniqlik 98.3% ga etdi, bu esa boshqa modellar bilan solishtirganda (CNN-LSTM 95.7%, LSTM 92%) sezilarli yaxshilanishni ko'rsatadi.

Yo'qotish: Diffuziya bilan birlashtirilgan modelda yo'qotish 0.1 ga tushib, eng past ko'rsatkichni berdi. Bu yuqori aniqlik va past yo'qotish o'rtaсидаги muvozanatni ko'rsatadi.

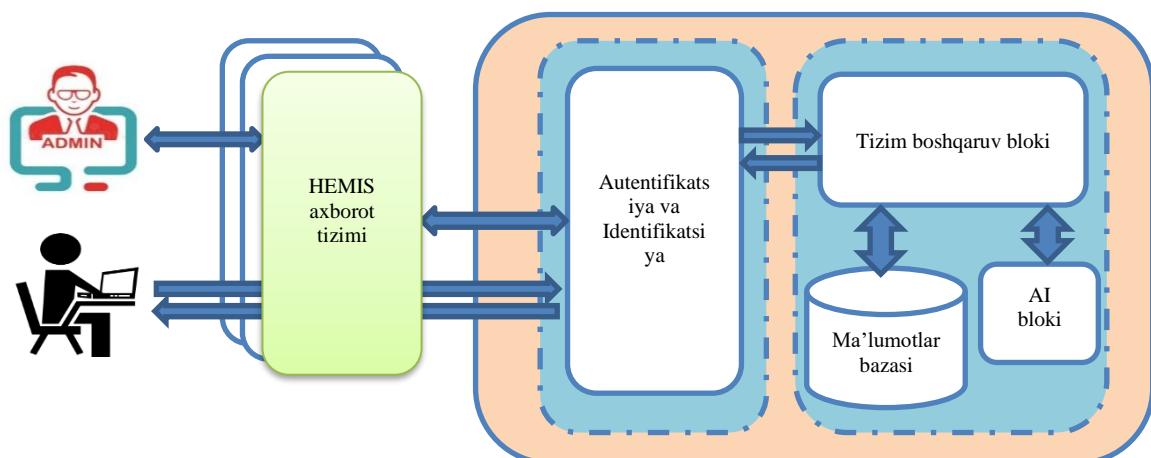
Shovqinli sharoitlar: Shovqinli sharoitlarda ham, diffuziya qo'shilgan model yuqori aniqlikni saqlab qoladi, bu esa uning real dunyo sharoitlarida ishslash imkoniyatini oshiradi.



10–rasm. CNN-LSTM va boshqa modellar uchun Aniqlik va Yo'qotishi tahlili

Dissertatsiyaning “Masofaviy ta’lim jarayonlarini boshqarish axborot tizim jarayonlarini ishlab chiqish va takomillashtirish” nomli to‘rtinchi bobida. masovaviy ta’limni jarayoni videomonitoring axborot tizimi ma’lumotlar almashuv jarayoni, Masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilar o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish axborot tizimi tajribaviy tatbiqi, korporativ axborot tizimida videomonitoring jarayonlarini integratsiya masalalari keltirilgan. Bundan tashqari ishlab chiqilgan axborot tizimi, model va algoritmlar asosida olingan tajribaviy tadqiqotlarning amaliy natijalari yoritilgan.

Taklif etilgan tizimning ishlash samaradorligi maxsus tayyorlangan video ma’lumotlar to‘plami asosida baholandi. Ushbu to‘plamning 15 foizi noqonuniy xatti-harakatlarni, qolgan qismi esa odatiy o‘quv faoliyatini aks ettiradi. Noqonuniy holatlar qatoriga uchinchi shaxsdan yordam so‘rash, mobil qurilmadan foydalanish, boshqa shaxs ishtirokida topshirish, kamera nazorati zonasidan chiqib ketish kiradi.



11–rasm. Masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilar o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish axborot tizimi arxitekturasi

Tizim ikki xil stsenariy asosida sinovdan o‘tkazildi: segmentlarga asoslangan (SA) va namunaviy ko‘rsatkichlar (NK) usullari. Har ikki yondashuvda to‘g‘ri aniqlash darajasi (TAD) va noto‘g‘ri aniqlash darajasi (NAD) metrikalari

hisoblandi. Imtihon ishtirokchisining noqonuniy xatti-harakatlari quyidagi matematik formulalar asosida ilmiy baholanadi:

$$NK(TAD) = \frac{\sum_i \text{aniqlangan noqonuniy xatti-harakatlari soni}}{\sum_i \text{qonuniy xatti-harakatlari soni}} \quad (12)$$

$$SA(TAD) = \frac{\sum_i \text{aniqlangan noqonuniy xatti-harakatlari soni}}{\sum_i \text{qonuniy xatti-harakatlari soni}} \quad (13)$$

Taklif etilgan tizimning samaradorligini baholash uchun Vardhaman AI Proctoring tizimi va Avtomatlashtirilgan Onlayn Proctoring tizimi bilan quyida taqqoslash jadvali keltirildi. Taklif etilgan usulning aniqlik qiymati 0,83 bo‘lib, mavjud tizimlar yuzni soxtalashtirishni tekshirish jarayonida yuzning tekisligini tekshirmaydi.

2-Jadval

Mayjud tizimlar va taklif etilgan tizimning maxsus ma’lumotlar to‘plamidagi (100 ta video) ko‘rsatkichi

Mavjud tizimlar	Aniqlik	To‘g‘rilik	Ishonchlilik	Umumiyo ko‘rsatgish
Vardhaman AI_Proctoring	0.66	0.65	0.86	0.65
Automated Online Proctoring	0.64	0.60	0.85	0.64
Taklif etilayotgan tizim	0.87	0.81	0.96	0.83



12-rasm. Shaxsning jonli yoki soxta ekanlini taqqoslash, ob’ektlarni aniqlash va bosh holatini baholash jarayonlari

Samaradorlik: Videomonitoring aldash holatlarini 15% dan 6% ga tushirdi, ya’ni 9% pasayishga erishdi. Bu akademik adolalilikni oshirishda tizimning samaradorligini ko‘rsatadi. **Aniqlik:** Tizim 90% aniqlik (Precision) va 90% eslab qolish (Recall) bilan ishlaydi, umumiyo aniqlik esa 98.6%. Bu xalqaro tizimlar (masalan, ProctorU, 85-90%) bilan taqqoslaganda a’lo natija, lekin takomillashtirishga muhtoj. **Kamchiliklar:** 3 ta False Positive va 3 ta False Negative holatlar tizimning xatolarga yo‘l qo‘yishini ko‘rsatadi. Bu AI algoritmlarini yaxshilash yoki video sifatini oshirish zarurligini anglatadi.

XULOSA

“Masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilar o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish axborot tizimi, model va algoritmlari” mavzusida olib borilgan tadqiqotlarning asosiy xulosalari quyidagilardan iborat.

1. Ilmiy, uslubiy va tashkiliy asoslar tizimli tahlil qilinib, mavjud videomonitoring platformalari imkoniyatlari baholandi, ularning afzallik va kamchiliklari aniqlanib, ularni milliy oliy ta’lim tizimi sharoitlariga moslashtirish zarurati asoslab berildi. Shu bilan birga, masofaviy ta’lim shaklida tahsil olayotgan talabalar uchun real vaqtli monitoring vositalarining talablari, funktsional tuzilmasi ishlab chiqildi. Natijada masofaviy ta’lim jarayonlarida tinglovchilar o‘quv faoliyatini videomonitoring qilish imkoniyati yaratildi.

2. Tinglovchilarning o‘quv faoliyatini nazorat qilishga mo‘ljallangan axborot modeli raqamli ta’lim muhitida tinglovchilarning o‘quv faoliyatini samarali nazorat qilish, ularning ishtiroki va xatti-harakatlarini avtomatik tahlil etish imkonini beradi. Model foydalanuvchi identifikatsiyasi, proktorlik natijalarini saqlash hamda HEMIS kabi axborot tizimlari bilan uzlucksiz integratsiyani ta’minlab, pedagogik monitoringning ishonchliligin oshiradi. Natijada ta’lim jarayonining shaffofligi, nazorat mexanizmlarining aniqligi hamda raqamli boshqaruv samaradorligi sezilarli darajada yaxshildi.

3. Masofaviy ta’lim platformasi foydalanuvchilarini avtomatik identifikatsiya qilish va ularning faoliyatini real vaqt rejimida nazorat etishga mo‘ljallangan sun’iy intellektga asoslangan model ishlab chiqildi. Taklif etilgan algoritmlar foydalanuvchi yuzini aniqlash, CNN-LSTM tarmog‘i orqali jonlilikni baholash hamda YOLOv8 modeli yordamida ob’ektlarni aniqlandi. Ushbu yondashuv masofaviy ta’limda soxta foydalanuvchilarni ishonchli aniqlash va proktorlik jarayonlarini avtomatlashtirishga xizmat qildi.

4. Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari asosida talabalarni videomonitoring qilish algoritmi ishlab chiqildi. Bu algoritm foydalanuvchini tizimga kirishdan boshlab, uning xatti-harakatlarini tahlil qilish, real vaqtli ogohlantirishlar yuborish, natijalarni arxivlash va tahlil qilishgacha bo‘lgan bosqichlarni o‘z ichiga oladi. Shuningdek, bu echim masofaviy nazoratning ishonchliligin oshirishga xizmat qildi.

5. Axborot tizimining integratsiyalash protseduralari ishlab chiqildi. Tizim tarkibiga autentifikatsiya, biometrik monitoring, ogohlantirish generatsiyasi va HEMISga natijalarni uzatish modullari kiritilib, ularning o‘zaro aloqasi standart interfeyslar orqali amalga oshiriladi. Natijada tizimning ishonchliligi, uzlucksiz ishslash qobiliyati va real vaqt rejimidagi monitoring samaradorligi sezilarli darajada oshirildi.

6. Yuqorida bajarilgan ilmiy tadqiqot ishi asosida “Oliy ta’lim tizimi kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish instituti”, Sarbon universiteti va “ICT ACADEMY” nodavlat ta’lim muassasalarida dalolatnomalar tuzildi. Keltirilgan dalolatnomalar asosida taklif etilgan videomonitoring qilish axborot tizimi mavjud avtoproktoring tizimlariga nisbatdan tinglovchining ishtiroki va xatti-harakatlarini avtomatik aniqlash samaradorlik ko‘rsatkichini 6-8% oshirish imkonini berdi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.13/30.12.2019.Т.07.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ ИМИНЕ МУХАММАДА АЛ-ХОРАЗМИЙ**

ХАЛИЛОВ СИРОЖИДДИН ПАНЖИЕВИЧ

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА, МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМЫ
ВИДЕОМОНИТОРИНГА УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
СЛУШАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

05.01.10 — Информационные системы и процессы

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам**

Ташкент – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2025.1.PhD/T5529.

Диссертация выполнена в Ташкентском университете информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-странице Научного Совета (www.tuit.uz) и на Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:

Хамдамов Уткир Рахматуллаевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Сайдов Абдусобир Абдурахмонович
доктор технических наук, профессор

Қаландаров Илёс Ибодуллаевич
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

**Самаркандском государственном
университете**

Защита диссертации состоится «**25**» **декабря** 2025 г. в **16⁰⁰** часов на заседании Научного совета DSc.13/30.12.2019.T.07.01 при Ташкентском университете информационных технологий (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: tuit@tuit.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (регистрационный номер №**384**). (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-65-44).

Автореферат диссертации разослан «**03**» **декабря** 2025 года.
(протокол рассылки №**36** от «**01**» **12** 2025 г.).

М.М. Мусаев

Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, доктор технических наук, профессор

Э.Ш. Назирова

Ученый секретарь научного совета по присуждению учёных степеней, доктор технических наук, профессор

Ж.Б. Султанов

Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, доктор технических наук, доцент



ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD)

Актуальность и востребованность темы диссертации: Мониторинг учебной деятельности слушателей стал важным инструментом повышения качества образования, оценки участия и оптимизации процесса обучения. Системы видеомониторинга и их программное обеспечение требуют новых технологических решений для обеспечения эффективности этого процесса. В качестве темы исследования данное направление является актуальным и для системы образования Узбекистана, поскольку развитие дистанционного обучения является одним из приоритетных направлений государственной политики.

Мировой опыт показывает, что при организации дистанционного образования основное внимание уделяется обеспечению его непрерывности, а также разработке вариативной системы, направленной на самостоятельное обучение через освоение современных образовательных технологий и новых форм профессионального развития. В Великобритании подготовка квалифицированных кадров осуществляется на основе различных подходов. В США мониторинг дистанционных образовательных процессов в системе высшего образования реализуется через автоматизированную систему управления Федерального министерства образования. Кроме того, обучающиеся направляют около 30% своего рабочего времени на практическую деятельность, что позволяет им повышать профессиональные компетенции и быть в тесной связи с процессами, связанными с их будущей специальностью на рынке труда.

В Республике Узбекистан в системе высшего образования также проводятся масштабные реформы в сфере дистанционного обучения. В частности, осуществляется индивидуализация образовательных процессов на основе цифровых технологий, развитие услуг дистанционного обучения, широкое внедрение в практику таких технологий, как вебинары, онлайн-обучение, «blended learning» (смешанное обучение), «flipped classroom» (перевернутый класс). Кроме того, предпринимаются меры по автоматической аутентификации личности студента во время экзаменов, контролю его поведения и направления взгляда, анализу звуков в помещении, исправлениюискажений в видео. В Указе Президента Республики Узбекистан «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы» отмечены задачи по дальнейшему совершенствованию системы высшего образования, развитию инфраструктуры образовательных учреждений и внедрению информационно-коммуникационных технологий в эту сферу¹. В реализации данных задач важное значение имеют разработка и организация дистанционных образовательных программ на основе современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), мониторинг учебного процесса,

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 февраля 2023 года №УП-27 «О Государственной программе по реализации Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 — 2026 годы в «Год заботы о человеке и качественного образования»».

наблюдение и анализ учебных занятий и контрольных мероприятий, а также создание алгоритмов и информационной системы видеомониторинга учебной деятельности слушателей в дистанционном обучении.

Данное диссертационное исследование в определённой степени служит реализации задач, предусмотренных Указами Президента Республики Узбекистан от 12 июня 2021 года №УП-4732 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы переподготовки и повышения квалификации руководящих и педагогических кадров высших образовательных учреждений», Указом от 27 августа 2019 года №УП-5789 «О внедрении системы непрерывного повышения квалификации руководящих и педагогических кадров высших образовательных учреждений», от 8 октября 2019 года №УП-5847 «Об утверждении Концепции развития системы высшего образования Республики Узбекистан до 2030 года», а также Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 3 октября 2022 года №559 «О мерах по внедрению формы дистанционного обучения в организациях высшего образования» и другими нормативно-правовыми актами, регулирующими данную деятельность.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и технологий Республики Узбекистан: IV «Информатизация и развитие информационно-коммуникационных технологий».

Степень изученности проблемы. Во многих фундаментальных научных исследованиях мира вопросы мониторинга, внедрения эффективных форм оценки успеваемости студентов и повышения результативности образовательного процесса рассматривались в трудах таких учёных, как Adam Swinyard, Niall Marriott, J.D.Willms, Э. Н. Рычихина, Е.А. Семина, А.Н. Майоров, В.И. Вовна, Н.Ф. Илина, а также в работах, посвящённых разработке моделей и алгоритмов информационных систем мониторинга педагогических процессов.

В Республике Узбекистан научные исследования по вопросам моделирования информационных систем, разработки алгоритмов программ, организации поиска данных и внедрения ИКТ в образование активно проводятся такими учёными, как А.А. Абдукодиров, М. Арипов, У. Бегимкулов, У.Р. Хамдамов, А.Х. Нишанов, А.Б. Акбаралиев, Н.И. Тайлаков, С.С. Гулямов. В сфере обработки данных на основе методов интеллектуального анализа и формирования баз знаний исследования ведут М.А. Рахматуллаев, А.Х. Нишанов, Б.Б. Муминов. По вопросам моделирования информационных систем и процессов научные разработки осуществляют А.А. Сайдов, Ж.Б. Султанов, Б. Махманов, Б.Б. Элов и Ж.Б. Элов.

Однако проблемы моделирования видеомониторинга участия обучающихся в процессе дистанционного образования в режиме реального времени с использованием технологий искусственного интеллекта,

организации программ дистанционного обучения, мониторинга контрольных мероприятий, наблюдения и анализа учебных занятий, индивидуализации образовательного процесса на основе цифровых технологий, а также широкого внедрения технологий вебинаров, онлайн-обучения, «blended learning», «flipped classroom» и автоматической аутентификации личности обучающихся остаются недостаточно изученными.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, в котором выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках проектов: №FL-9024093942 «Создание новых интеллектуальных материалов, исследование и моделирование процессов искусственного интеллекта и Big Data» и «Cyber4CA: Разработка инновационной магистерской образовательной программы по кибербезопасности для цифрового рынка труда Центральной Азии» (Cyber4CA: Development of Innovative Graduate Educational Program in Cyber Security for Digital labor market of Central Asia).

Цель исследования состоит в разработке модели и алгоритмов видеомониторинга учебной деятельности слушателей в процессе дистанционного образования, автоматической аутентификации их личности, контроля поведения и направления взгляда, а также создание соответствующей информационной системы.

Задачи исследования:

проводести системный анализ научного, методического, организационного и программного обеспечения процесса видеомониторинга учебной деятельности слушателей в условиях дистанционного образования;

разработать усовершенствованную функциональную структуру интеллектуальной системы видеомониторинга, основанную на организации и управлении учебной деятельностью обучающихся в процессе дистанционного обучения;

разработать нейросетевые модели, обеспечивающие автоматическую идентификацию личности обучающихся, оценку их знаний, а также определение подлинности лица и движений перед камерой в рамках информационной системы дистанционного обучения;

разработка информационных моделей и алгоритмов процессов оценки активности и учебной деятельности студентов в информационной системе видеомониторинга дистанционного обучения;

спроектировать архитектуру информационной системы видеомониторинга учебной деятельности слушателей в дистанционном образовании и интерфейсы её интеграции с другими системами.

Объект исследования. В качестве объекта исследования рассматриваются процессы видеомониторинга учебной деятельности слушателей в дистанционном образовании, их автоматической аутентификации и контроля поведения.

Предмет исследования – модели, алгоритмы и информационные системы, обеспечивающие автоматическую аутентификацию личности

обучающихся, контроль их поведения и направления взгляда на основе видеомониторинга учебной деятельности в процессе дистанционного обучения.

Методы исследования. В ходе исследования использованы методы сравнительного анализа, описания информационных процессов, моделирования бизнес-процессов, методы принятия решений, объектно-ориентированного программирования, а также экспериментально-вычислительные и моделирующие методы.

Научная новизна исследования:

разработана усовершенствованная функциональная структура интеллектуальной системы видеомониторинга, основанной на организации и управлении учебной деятельностью слушателей в процессе дистанционного образования;

разработаны нейросетевые модели информационной системы дистанционного обучения, обеспечивающие автоматическую идентификацию личности обучающихся, оценку их знаний, а также определение подлинности лица и движений перед камерой;

разработаны информационные модели и алгоритмы процессов оценки деятельности студентов на основе информационной системы видеомониторинга учебной активности обучающихся в условиях дистанционного образования.

на основе информационной системы видеомониторинга учебной деятельности слушателей в процессе дистанционного обучения разработаны архитектура системы и интерфейсы интеграции с другими информационными системами.

Практические результаты исследования:

разработана информационная система для эффективного управления процессами дистанционного обучения, мониторинга, видеоаналитики и анализа учебной деятельности слушателей в режиме реального времени с использованием технологий искусственного интеллекта;

на основе разработанных моделей и алгоритмов создана информационная система AutoProctoring, предназначенная для повышения качества дистанционного обучения посредством автоматической оценки вовлечённости слушателей в учебный процесс на основе анализа выражений лица, движений тела и концентрации внимания.

Достоверность результатов исследования. Результаты исследования являются научно и практически обоснованными, что подтверждается рядом теоретических и экспериментальных исследований, применением точных методических подходов и аналитических процедур. Для обеспечения научной достоверности использованы современные научно-методические подходы и методы математического моделирования. Полученные данные прошли обширную статистическую обработку, а выводы основаны на достоверных научных фактах.

Разработанные модели и алгоритмы прошли экспериментальные испытания в реальной образовательной среде и показали высокую эффективность при мониторинге и оценке активности обучающихся. Испытания проводились в различных образовательных учреждениях и в разных условиях, что подтвердило точность и надёжность системы. Кроме того, внедрение технологий блокчейн для обеспечения информационной безопасности и прозрачности данных укрепило достоверность полученных результатов.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в разработке информационной модели видеомониторинга учебной деятельности слушателей в процессе дистанционного обучения, модели автоматической аутентификации, а также модели распознавания поведения и поддельных лиц обучающихся, и алгоритмов видеомониторинга студентов в системе высшего образования.

Практическая значимость результатов заключается в создании информационной системы, обеспечивающей мониторинг качества дистанционного обучения и повышение его эффективности с использованием технологий видеоаналитики и искусственного интеллекта для наблюдения, оценки и анализа учебной активности обучающихся в реальном времени, а также в разработке системы AutoProctoring, осуществляющей автоматическую оценку вовлечённости студентов на основе анализа движений тела и концентрации внимания.

Внедрение результатов исследования. На основе модели и алгоритмов информационной системы видеомониторинга учебной деятельности слушателей в процессе дистанционного обучения, разработанных в рамках диссертационного исследования:

информационная система видеомониторинга учебной деятельности слушателей в процессе дистанционного обучения внедрена в деятельность отдела внедрения информационно-коммуникационных технологий и организации дистанционного обучения Института переподготовки и повышения квалификации кадров системы высшего образования (справка Министерства высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан от 20 июня 2025 года №4/17-06/20-05-10). В результате внедрения системы качество управления учебным процессом повысилось на 25% за счёт автоматизированного контроля участия и активности слушателей в дистанционных курсах;

информационная система видеомониторинга учебной деятельности слушателей в процессе дистанционного обучения также внедрена в образовательный процесс «Sarbon University» для обеспечения контроля за действиями студентов во время проведения дистанционных итоговых и промежуточных тестовых экзаменов, в режиме реального времени, с целью обеспечения объективности и прозрачности экзаменационного процесса (справка Министерства высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан от 20 июня 2025 года №4/17-06/20-05-10). В результате,

эффективность выявления попыток обхода системы видеомониторинга повысилась на 6%, а доля нарушений снизилась на 9% по сравнению с аналогичными системами;

информационная система видеомониторинга учебной деятельности слушателей в процессе дистанционного обучения внедрена в процесс дистанционного обучения негосударственного образовательного учреждения «ICT ACADEMY» для автоматизации учебного процесса, оценки участия слушателей в режиме реального времени, идентификации личности и мониторинга уровня активности (справка Министерства высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан от 20 июня 2025 года №4/17-06/20-05-10). Данная система позволила значительно повысить уровень вовлеченности слушателей в занятия, их внимание и посещаемость, а также довести эффективность использования технических ресурсов до 100%.

Апробация результатов исследования. Основные результаты исследования были представлены и обсуждены на 10 научно-практической конференции, из них 7 - международных и 3 - республиканских.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликована 21 научная работа, в том числе 8 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан к публикации основных научных результатов диссертаций, из них 5 – в зарубежных журналах и 3 – в республиканских журналах, кроме того, представлено 10 докладов на международных и республиканских конференциях, опубликовано 2 статьи в других научных журналах, а также получено 1 авторское свидетельство на программный продукт для ЭВМ.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы, перечня условных обозначений и терминов, а также приложений. Общий объём диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и необходимость темы диссертации, определены цель и задачи исследования, сформулированы объект и предмет исследования, представлено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта теоретическая и практическая значимость результатов исследования, приведены сведения о внедрении результатов в практику, опубликованных научных работах и структуре диссертации.

Первая глава диссертации «**Системный анализ интеллектуализированных процессов видеомониторинга в корпоративных информационных системах**» состоит из четырёх параграфов. В ней представлен анализ методов и технологий видеомониторинга, используемых в корпоративных информационных системах для управления образовательными процессами, исследованы

особенности биометрической идентификации пользователей на платформах дистанционного обучения. Также рассмотрены основные подходы к процессам видеомониторинга, основанным на методах обработки и распознавания изображений. Кроме того, определены проблемы и исследовательские задачи, направленные на повышение эффективности организации дистанционного обучения.

Изучено состояние методов и технологий видеомониторинга в корпоративных информационных системах управления образовательными процессами. В частности, отмечается, что в период пандемии (коронавируса), после перехода на дистанционное обучение, значительно возросла роль прокторинговых систем в обеспечении академической честности при проведении онлайн-экзаменов. Технологические аспекты прокторинговых систем охватывают аутентификацию пользователей, управление процессом мониторинга, формирование отчётов, а также выполнение технических и правовых требований. Рассмотрены преимущества и недостатки современных систем, таких как ProctorEdu и Examus. Приведён сравнительный анализ различных форм онлайн-прокторинга - живого, записываемого и автоматического (автопрокторинга).

Технические возможности систем мониторинга раскрыты на основе алгоритмов обработки и распознавания изображений. Показана роль компьютерного зрения, свёрточных нейронных сетей (CNN), многослойных нейронных сетей, сетей Хопфилда и нейронных сетей высокого порядка в процессах обработки изображений. Проведено научное сравнение таких подходов, как алгоритм Виола–Джонса, эластичное графовое сопоставление и линейный дискриминантный анализ.

На основе анализа актуальности исследования определена основная научная проблема и сформулированы задачи, решаемые в рамках диссертации. В частности, обозначены задачи по оценке активности обучающихся посредством видеомониторинга, биометрической идентификации лиц, анализу поведения в режиме реального времени, а также разработке интегрированных алгоритмов на основе искусственного интеллекта.

Во второй главе диссертации **«Организация и совершенствование интеллектуализированных процессов видеомониторинга»** рассматриваются вопросы моделирования системы видеомониторинга для организации и управления учебной деятельностью обучающихся в процессе дистанционного обучения, сравнительного анализа алгоритмов обработки изображений для мониторинга обучающихся, а также повышения эффективности распознавания и принятия решений в интеллектуальных системах видеомониторинга. Кроме того, разработана многоэтапная имитационная модель управления образовательными процессами.

Указ Президента Республики Узбекистан от 12 июня 2021 года №УП-4732 определяет общие стратегические основы развития дистанционного образования. Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 3 октября 2022 года №559 устанавливаются требования к дистанционным

образовательным платформам, формы контроля и критерии мониторинга. На приведённой ниже схеме представлена функциональная модель информационной системы видеомониторинга учебной деятельности студентов дистанционного обучения, разработанная на основе стандарта IDEF0. В данной системе действия каждого обучающегося разделены на несколько взаимосвязанных процессов, которые подвергаются видеомониторингу в реальном времени. Предложенная модель объединяет всех участников дистанционного образовательного процесса в единую информационно-мониторинговую среду. Это решение обеспечивает повышение качества образования, способствует углублению цифровой трансформации и укреплению академической честности в системе дистанционного обучения.

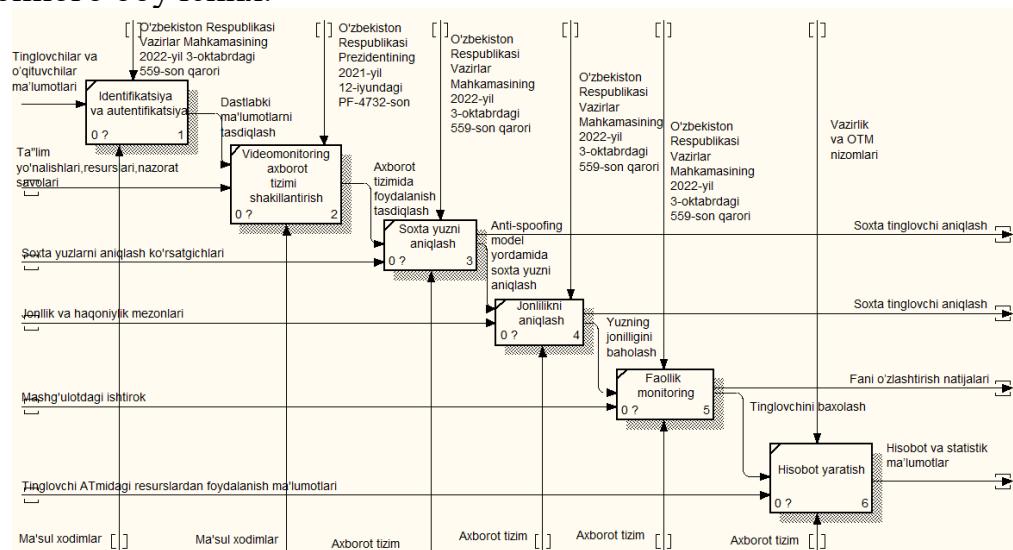


Рисунок 1. Функциональная модель информационной системы видеомониторинга учебной деятельности студентов дистанционного обучения на основе стандарта IDEF0.

Данная модель упрощает управление данными и обеспечивает возможность быстрой обработки больших объёмов информации. При обработке статистических данных применяются методы динамических рядов и системного анализа, что позволяет группировать и сравнивать активность студентов. Например, анализ показал, что в условиях дистанционного обучения около 60% студентов активно участвуют в занятиях, в то время как 40% демонстрируют низкий уровень концентрации внимания, что указывает на необходимость индивидуального подхода в процессе обучения.

Подробно раскрыты вопросы повышения эффективности распознавания пользователя и принятия решений. Для распознавания лиц предложены алгоритмы, основанные на технологиях OpenCV и Seetaface, использующие обработку изображений посредством свёрточных нейронных сетей (CNN). В работе также применяются признаки Хаара (Haar features), методы шифрования Всгурт, а также механизмы двухфакторной аутентификации. В задаче распознавания лица, выделение признаков изображения осуществляется на основе прямоугольных признаков Хаара, при этом

значения признаков изображения определяются на основе пиксельных значений прямоугольных областей.

$$\Omega^n_{[w,h]} = \left(\left[\frac{n}{w} \right] + \left[\frac{n-1}{w} \right] + \cdots + \left[\frac{w+1}{w} \right] + 1 \right) * \left(\left[\frac{n}{h} \right] + \left[\frac{n-1}{h} \right] + \cdots + \left[\frac{h+1}{h} \right] + 1 \right) \quad (1)$$

где w и h обозначают соответственно ширину и высоту прямоугольных признаков.

Как видно из приведенной выше формулы, количество функций очень велико, и метод OpenCV решает эту проблему за счёт внедрения метода интегрального изображения.

$$g(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} f(x', y') \quad (2)$$

где f — произвольное изображение, а g — его интегральное изображение. Тогда значение любого пикселя $A(x, y)$ определяется как сумма яркостей всех пикселей, расположенных выше и левее данной точки.

$$s(x, y) = s(x, y - 1) + f(x, y), \quad (3)$$

$$g(x, y) = g(x - 1, y) + s(x, y) \quad (4)$$

Здесь $s(x, y)$ — накопленная сумма для каждой строки, при этом начальное значение $s(x, -1) = 0$, а начальное значение для интегрального изображения $g(x, y)$ определяется как $g(-1, y) = 0$.

В методе Seetaface при выделении признаков изображений используется новая архитектура свёрточной нейронной сети, которая включает несколько функциональных модулей: модуль обнаружения лица, модуль разметки ключевых точек, модуль выделения признаков и модуль сопоставления признаков. На первом этапе изображение разделяется на сегменты с целью удаления фоновых областей и выделения области лица. Для получения карты признаков, выраженной в алгебраической форме, выбираются и извлекаются ключевые точки лица. Полученные признаки затем сравниваются с использованием корреляционного анализа для определения принадлежности изображения одному и тому же человеку. Процесс выделения признаков иллюстрируется на рисунке 3.

Особенно подробно изложен механизм распознавания пользователя, основанный на первичной аутентификации по логину и паролю и вторичном факторе — биометрической идентификации. При этом в ходе мониторинга в реальном времени применяются технологии постоянного обнаружения лица, отслеживания траектории движений и выделения реального пользователя с помощью «liveness detection».

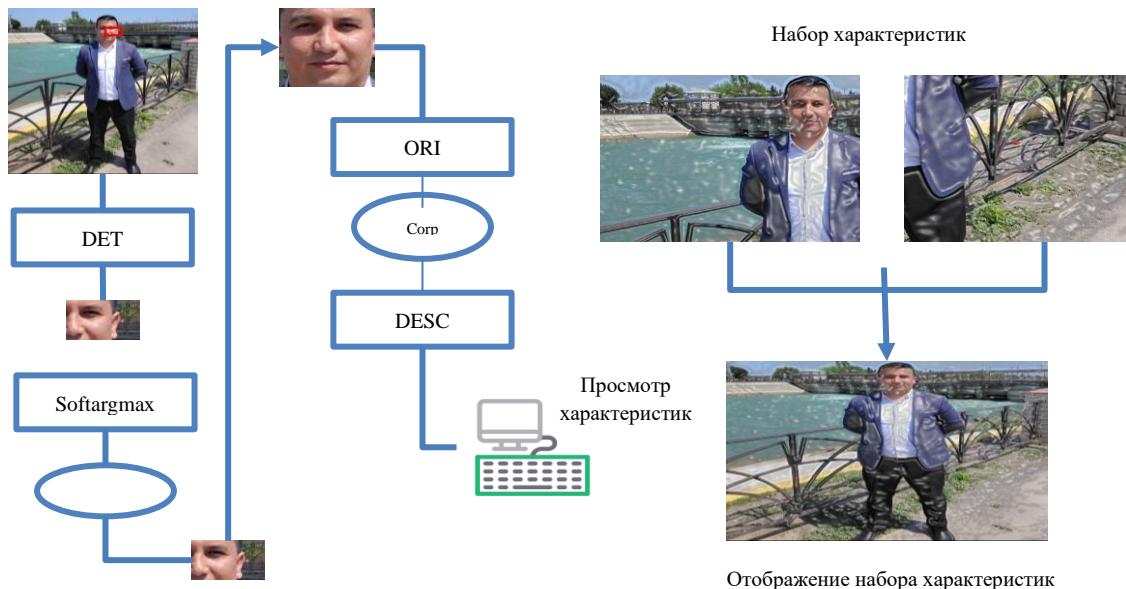


Рисунок 2. Выделение признаков изображения

Предложена многоэтапная имитационная модель управления процессами дистанционного обучения. Эта модель включает три основных этапа: формирование цифровой информационной базы через API-интеграцию с HEMIS, идентификация пользователя через двухфакторную аутентификацию и на третьем этапе — запуск механизмов автопрокторинга на основе искусственного интеллекта (AI). Она включает функции распознавания личности пользователя, наблюдения за его движениями на камере в реальном времени, анализа движений и звуков, а также выявления случаев обмана. Отчёты мониторинга представляются в визуальной форме в виде панели.



Рисунок 3. Усовершенствованная функциональная структура информационной системы видеомониторинга



Рисунок 4. Многоуровневая имитационная модель управления процессами дистанционного обучения

В третьей главе диссертации «**Алгоритмы организации и совершенствования процессов видеомониторинга**» представлена работа, направленная на разработку расширенной архитектуры глубинного обучения для распознавания лиц и определения их подлинности по видеопотокам, основанным на технологиях идентификации в режиме реального времени, а также на создание моделей глубинных нейронных сетей для выявления поддельных лиц на платформах дистанционного обучения.

В главе приведён алгоритм распознавания лиц и проверки их подлинности по видеопотокам, основанным на технологиях идентификации в реальном времени. Процесс определения подлинности и анализа лица включает сбор и обработку данных о возрасте, поле, форме лица, расположении глаз, бровей, носа, губ и других характеристиках. Для проверки подлинности лиц на видеопотоках, основанных на методах идентификации в реальном времени, используется алгоритм Виола–Джонса.

Для выделения признаков изображение в оттенках серого разделяется на ячейки размером 3×3 (показано на рисунке 5), после чего каждый из восьми соседних пикселей сравнивается с центральным пиксели — по или против часовой стрелки. Если значения соседних пикселей больше значения центрального пикселя, соответствующий пиксель заменяется единицей; в противном случае он приравнивается к нулю. Таким образом, значения ячейки 3×3 , кроме центрального пикселя, последовательно образуют 8-битное двоичное число, которое затем преобразуется в десятичный эквивалент и заменяет значение центрального пикселя исходной ячейки. Этот метод вычислений используется для отражения центральных признаков изображения.

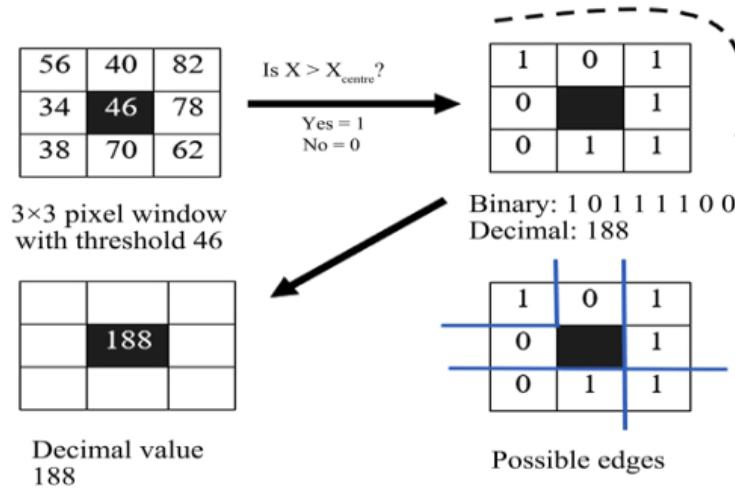


Рисунок 5. Оператор LBP

Если a_c va $a_0, a_1, a_2, \dots, a_{p-1}$ обозначают соответственно центральный пиксель и соседние пиксели, то в зависимости от положения точки (x, y) можно получить 8-битовый LBP-код относительно центрального пикселя.

$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{p-1} S(a_c - a_p)2^p \quad (5)$$

Вышеприведённое уравнение можно определить с помощью следующей пороговой функции $s(f)$.

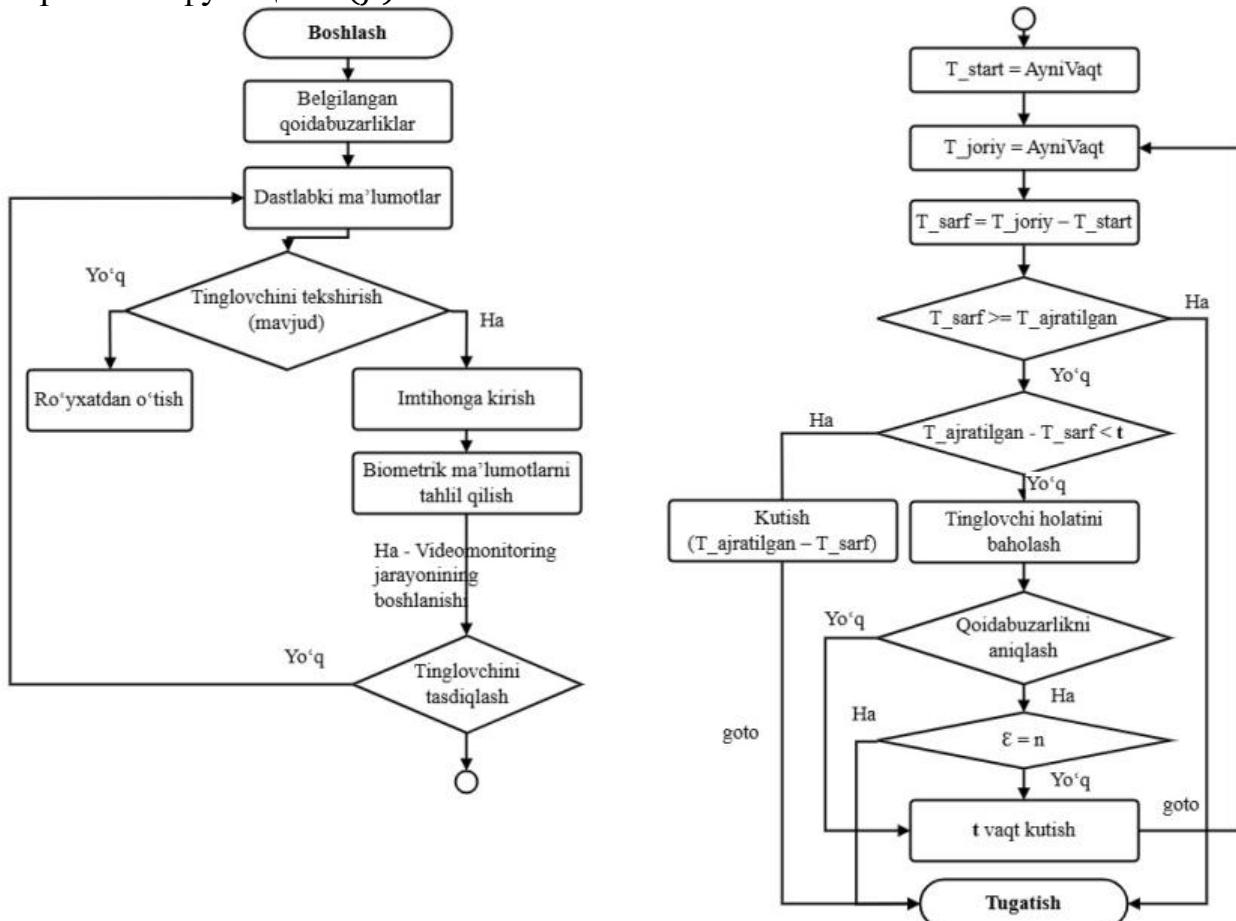


Рисунок 6. Алгоритм видеомониторинга экзаменационного процесса

В алгоритме LBPH гистограмма, используемая в качестве дескриптора текстуры, по сути представляет собой совокупность LBP-кодов всех пикселей входного изображения.

$$LBPH(h) = \sum_{x_c, y_c} \delta\{i, LBP(x_c, y_c)\}, i = 0, 1, \dots, 2^{p-1} \quad (7)$$

Здесь $\delta(i)$ выбрана как функция Кронекера.

В алгоритме LBPH всего изображения лица в оттенках серого делится на несколько малых областей, после чего для каждой области вычисляются векторы признаков LBP. Затем на основе этих LBP-векторов для каждой области формируется гистограмма признаков. Далее все гистограммы локальных областей объединяются, и полученная обобщённая гистограмма всего изображения отражает основные характеристики (признаки) изображения.

В ходе научно-исследовательской работы эксперименты по распознаванию лиц проводились с использованием встроенной веб-камеры ноутбука. Видеопотоки, полученные с помощью данной камеры, были приняты в качестве исходного набора данных. Поскольку часть изображений имела низкую степень четкости, на этапе обработки применялся метод выделения кадров (frame extraction). На этапе распознавания видеопоток, полученный с веб-камеры, разбивался на последовательные кадры с интервалом 100 миллисекунд, и каждый кадр анализировался как отдельное изображение. Для проведения данного исследования создана база данных из 10 человек. В рамках работы были сформированы два набора данных первый набор содержал 200 изображений лиц, общее количество которых составило 2000 кадров, второй набор включал 5000 изображений лиц.

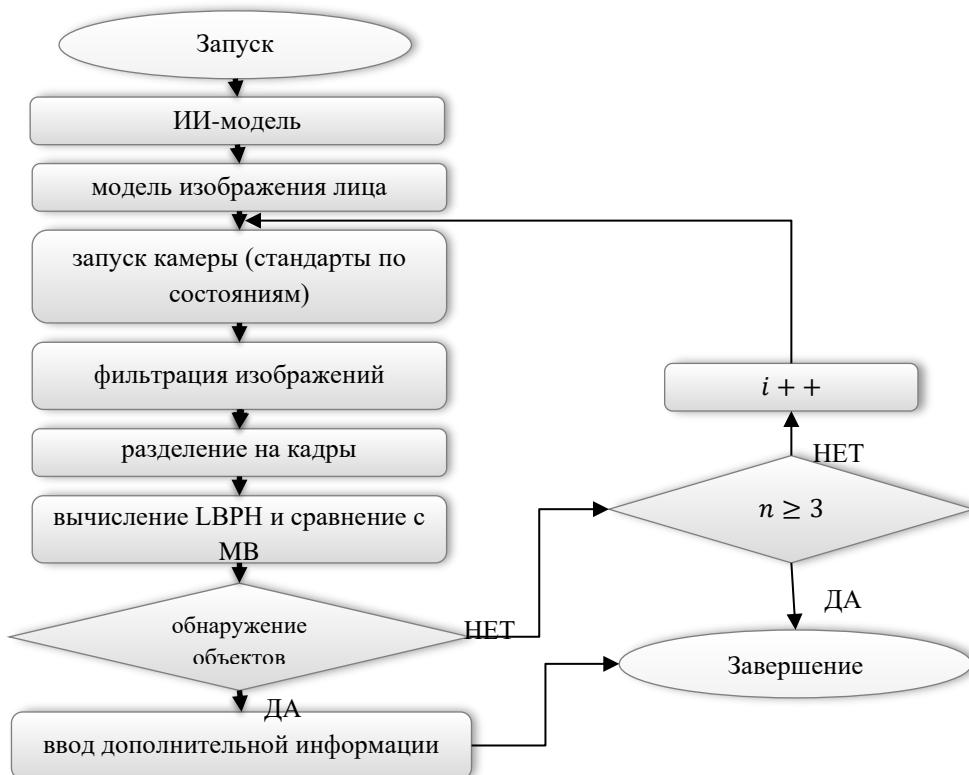


Рисунок 7. Алгоритм распознавания лиц и объектов на видеопотоке

На платформе дистанционного обучения была разработана расширенная архитектура глубокого обучения для определения «живости» человеческого лица. Для этого использовалась архитектура CNN-LSTM, показавшая наилучшие результаты на наборе данных Replay-Mobile.

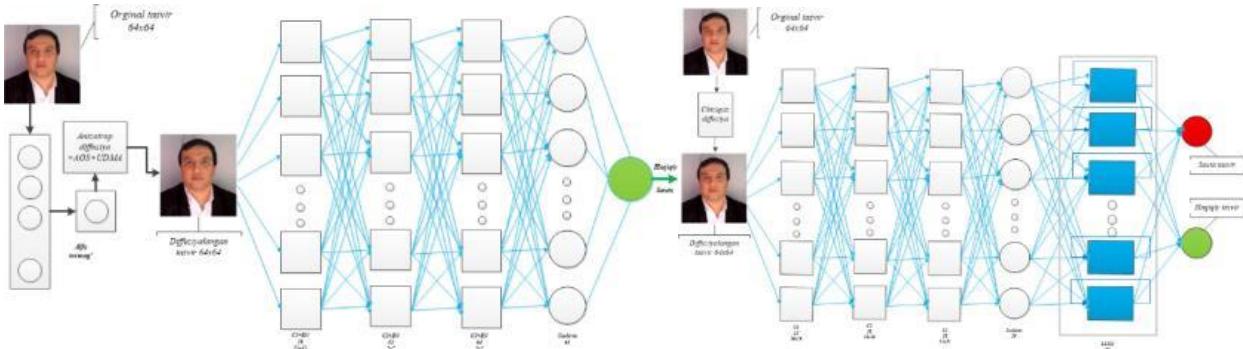


Рисунок 8. Нейронная сеть для определения подлинности и выявления подделки лица

Предлагаемая архитектура заключается в применении нелинейной диффузии к последовательности кадров для получения чётких границ и сохранения расположения контуров, а также в передаче диффузированных кадров в сеть CNN-LSTM. Линейная диффузия сглаживает вводимое изображение с одинаковой скоростью во всех направлениях и устраняет шум. Поэтому процесс сглаживания не учитывает важные особенности изображения, такие как информация о границах. Решение уравнения линейной диффузии задаётся следующим образом:

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \operatorname{div}(d\nabla S) \quad (8)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \operatorname{div}(g|\nabla S|\nabla S)II \quad (9)$$

$$(S_k)^{t+1} = \sum_{I=1}^n (nS - \tau n^2 A_I)^{-1} S_k^t, \quad (10)$$

$$(S_k)^{t+1} = (2S - 4\tau A_1)^{-1} S_k^t + (2S - 4\tau A_1) S_k^t, \quad (11)$$

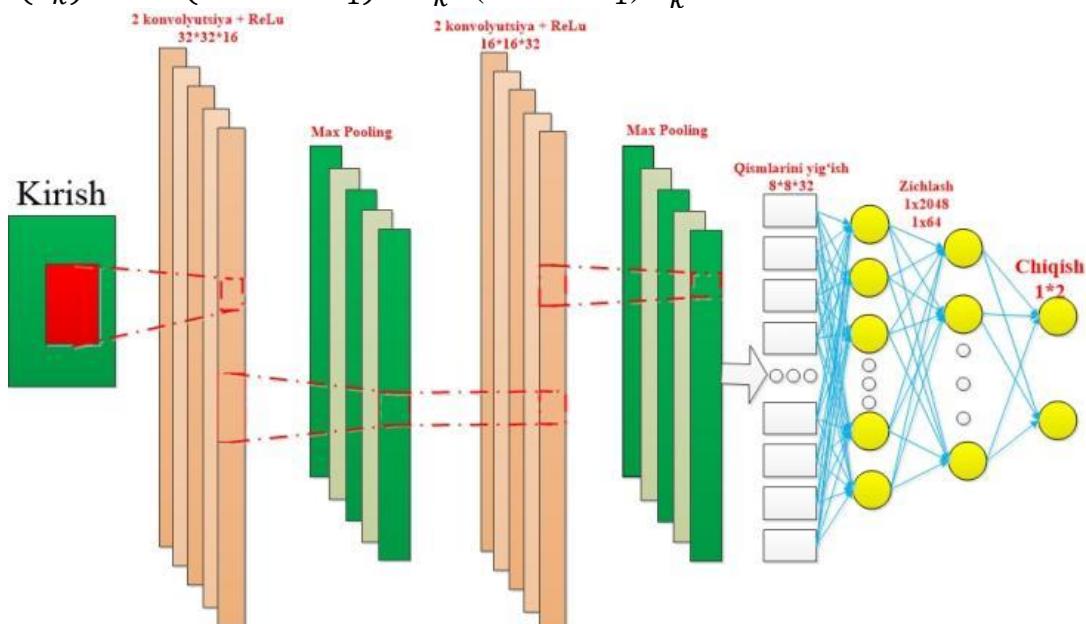


Рисунок 9. Глубокая обучающая модель, основанная на идентификации и распознавании личности пользователя

Определение «живости» осуществляется только на предварительно выровненных изображениях лиц. Наиболее простой моделью для выявления «живости» является последовательно слоистая сверточная нейронная сеть (CNN). Предлагаемая модель CNN состоит из нескольких простых последовательных фильтров. Все изображения, подаваемые на вход модели, масштабируются до размера 32×32 пикселя, при этом интенсивность каждого пикселя нормализуется в диапазоне $[0, 1]$. Предлагаемая архитектура нейронной сети представлена на рисунке 9.

В рамках данного исследования был проведён эксперимент на основе предложенной архитектуры CNN–LSTM для распознавания человеческого лица и определения его подлинности. Цель эксперимента заключалась в изучении процесса распознавания лиц и проверки подлинности пользователей в различных условиях и при наличии шумов.

Таблица 1
Результаты, полученные при тестировании модели

Модель	Точность (%)	Потери (Loss)	Точность в зашумлённых условиях (%)	Потери в зашумлённых условиях
CNN-LSTM (Диффузия)	98.3	0.1	95.7	0.12
CNN-LSTM	95.7	0.12	93	0.12
CNN	92.7	0.15	91	0.14
LSTM (Диффузия)	92	0.18	89	0.17

Точность: В модели CNN–LSTM с добавлением линейной диффузии точность достигла 98,3%, что демонстрирует заметное улучшение по сравнению с другими моделями (CNN–LSTM – 95,7%, LSTM – 92%).

Потери: В модели, объединённой с диффузией, значение потерь снизилось до 0,1, что является наименьшим показателем. Это свидетельствует о балансе между высокой точностью и низкими потерями.

Шумовые условия: Даже в условиях наличия шума модель с применением диффузии сохраняет высокую точность, что повышает её надёжность и применимость в реальных сценариях работы.

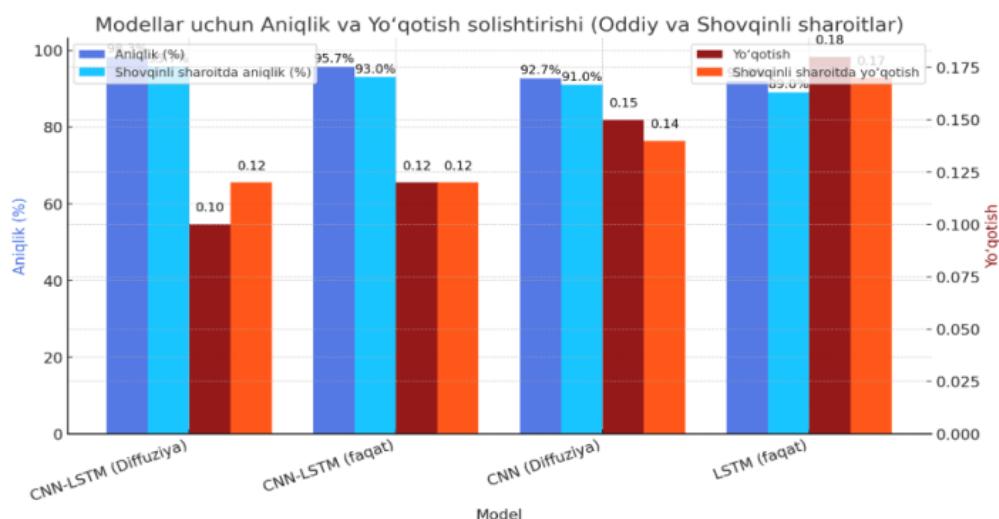


Рисунок 10. Анализ точности и потерь для CNN–LSTM и других моделей

В четвёртой главе диссертации «Разработка и совершенствование процедур информационной системы управления процессами дистанционного обучения» рассмотрены вопросы обмена данными в информационной системе видеомониторинга процесса дистанционного обучения, экспериментальная реализация информационной системы видеомониторинга для отслеживания учебной деятельности обучающихся в условиях дистанционного обучения, а также вопросы интеграции процессов видеомониторинга в корпоративную информационную систему. Кроме того, в главе освещены практические результаты экспериментальных исследований, полученные на базе разработанной информационной системы, модели и алгоритмов.

Эффективность функционирования предложенной системы оценивалась на основе специально подготовленного видеонабора. 15% данного набора содержат примеры неправомерного (мошеннического) поведения, тогда как оставшаяся часть отражает типичную учебную деятельность. К числу неправомерных действий отнесены: обращение за помощью к третьему лицу, использование мобильного устройства, сдача задания в присутствии другого человека, а также выход из зоны контроля камеры.

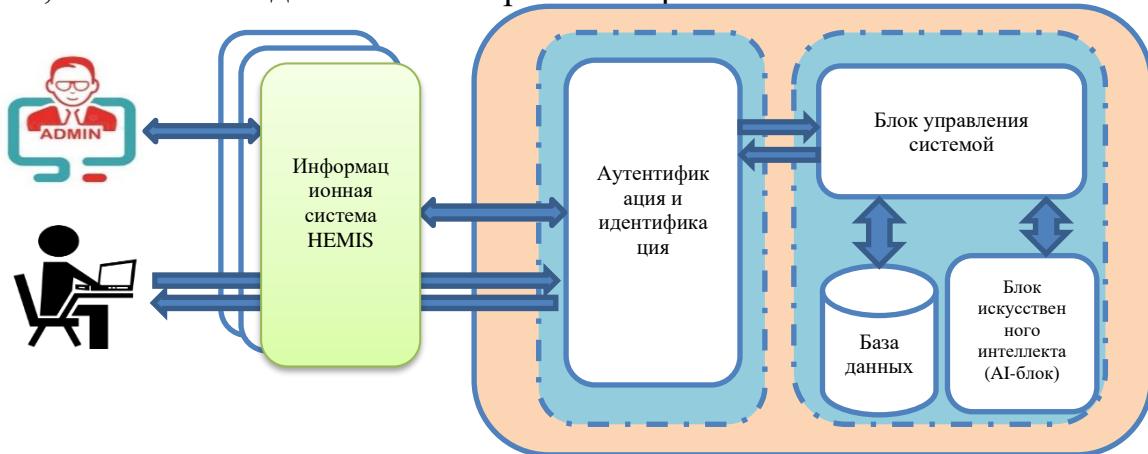


Рисунок 11. Архитектура информационной системы видеомониторинга учебной деятельности слушателей в условиях дистанционного обучения.

Система была протестирована по двум сценариям: метод, основанный на сегментации (СА), и метод опорных/образцовых показателей (НК). В рамках обоих подходов были вычислены метрики уровня правильного распознавания (УПР) и уровня ошибочного распознавания (УОР). Неправомерные (незаконные) действия участника экзамена научно оцениваются на основе следующих математических формул:

$$СА\text{ (УПР)} = \frac{\sum_i \text{ количество выявленных противоправных действий}}{\sum_i \text{ количество законных действий}} \quad (12)$$

$$НК\text{ (УОР)} = \frac{\sum_i \text{ количество выявленных противоправных действий}}{\sum_i \text{ количество законных действий}} \quad (13)$$

Для оценки эффективности предложенной системы приведена сравнительная таблица с системами Vardhaman AI Proctoring и Automated

Online Proctoring. Точность предлагаемого метода составляет 0,83; при этом существующие системы не проверяют выравнивание лица (face alignment) в процессе проверки подделки лица.

Таблица 2
Показатели существующих систем и предлагаемой системы на
специально подготовленном наборе данных (100 видео)

Система	Точность	Правильность	Надёжность	Общий показатель
Vardhaman AI_Proctoring	0.66	0.65	0.86	0.65
Automated Online Proctoring	0.64	0.60	0.85	0.64
Предлагаемая система	0.87	0.81	0.96	0.83

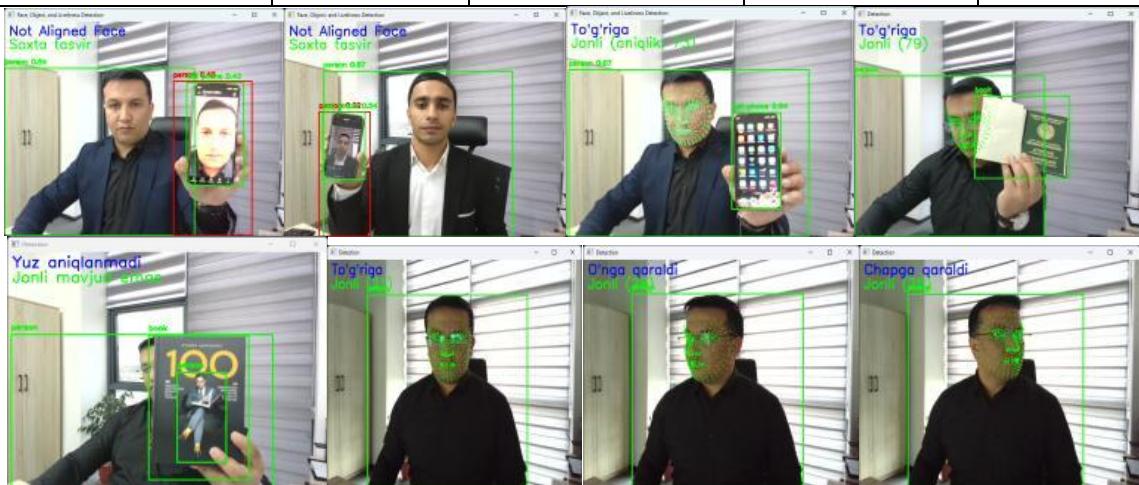


Рисунок 12. Процессы сравнения подлинности или подделки личности, обнаружения объектов и оценки положения головы

Эффективность: Видеомониторинг снизил случаи мошенничества с 15% до 6%, то есть достигнуто снижение на 9%. Это показывает эффективность системы в повышении академической справедливости.

Точность: Система работает с 90% точностью (Precision) и 90% полнотой (Recall), общая точность составляет 98,6%. Это отличный результат по сравнению с международными системами (например, ProctorU, 85–90%), однако требует дальнейшего совершенствования.

Недостатки: 3 ложноположительных (False Positive) и 3 ложноотрицательных (False Negative) случая показывают, что система допускает ошибки. Это означает необходимость улучшения алгоритмов искусственного интеллекта или повышения качества видео.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные выводы, сделанные по результатам исследований на тему «Информационная система, модель и алгоритмы видеомониторинга учебной деятельности слушателей в процессе дистанционного обучения», заключаются в следующем:

1. Системно проанализированы научные, методические и организационные основы, оценены возможности существующих видеомониторинговых платформ, выявлены их преимущества и недостатки, а также обоснована необходимость их адаптации к условиям национальной системы высшего образования. Наряду с этим разработаны требования и функциональная структура инструментов для мониторинга в реальном времени, предназначенных для студентов, обучающихся в дистанционной форме. В результате создана возможность видеомониторинга учебной деятельности слушателей в процессе дистанционного обучения.

2. Разработанная информационная модель, предназначенная для контроля учебной деятельности слушателей, позволяет эффективно контролировать учебную активность в цифровой образовательной среде, автоматически анализировать их участие и поведение. Модель обеспечивает идентификацию пользователя, хранение результатов прокторинга, а также непрерывную интеграцию с информационными системами, такими как HEMIS, повышая надежность педагогического мониторинга. В итоге значительно улучшены прозрачность образовательного процесса, точность контрольных механизмов и эффективность цифрового управления.

3. Разработана модель на основе искусственного интеллекта, предназначенная для автоматической идентификации пользователей дистанционной образовательной платформы и контроля их деятельности в реальном времени. Предложенные алгоритмы обеспечивают распознавание лица пользователя, оценку его живости с помощью сети CNN-LSTM и определение объектов посредством модели YOLOv8. Такой подход позволил надежно выявлять фальшивых пользователей и автоматизировать процессы прокторинга в дистанционном обучении.

4. Разработан алгоритм видеомониторинга студентов на основе современных информационно-коммуникационных технологий. Алгоритм включает этапы от входа пользователя в систему до анализа его поведения, отправки уведомлений в реальном времени, архивирования и анализа результатов. Кроме того, предложенное решение направлено на повышение надежности дистанционного контроля.

5. Разработаны процедуры интеграции информационной системы. В состав системы включены модули аутентификации, биометрического мониторинга, генерации уведомлений и передачи результатов в HEMIS, взаимодействие которых осуществляется через стандартные интерфейсы. В результате существенно повышаются надежность системы, способность к бесперебойной работе и эффективность мониторинга в режиме реального времени.

6. На основании проведённого научного исследования были составлены акты внедрения в «Институте переподготовки и повышения квалификации кадров системы высшего образования», в «Sarbon University» и в негосударственном образовательном учреждении «ICT ACADEMY». Согласно представленным актам, предложенная информационная система видеомониторинга по сравнению с существующими системами автопрокторинга позволила повысить эффективность автоматического определения участия и поведенческой активности слушателей на 6-8%.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.13/30.12.2019.T.07.01 AT TASHKENT UNIVERSITY OF
INFORMATION TECHNOLOGIES**

**TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES
NAMED AFTER MUHAMMAD AL-KHWARIZMI**

KHALILOV SIROJIDDIN PANJIEVICH

**INFORMATION SYSTEM, MODEL AND ALGORITHMS FOR VIDEO
MONITORING OF LEARNERS' EDUCATIONAL ACTIVITIES IN
DISTANCE LEARNING PROCESSES**

05.01.10 — Information systems and processes

**ABSTRACT OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
DISSERTATION ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2025

The theme of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2025.1.PhD/T5529

The dissertation has been prepared at Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website (www.tuit.uz) and on the website of «Ziyonet» Information and educational portal (www.ziyonet.uz).).

Scientific adviser:

Khamdamov Utkir Rakhmatillaevich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Saidov Abdusobir Abdurakhmonovich
doctor of technical sciences, professor

Kalandarov Ilyos Ibodullayevich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization:

Samarkand State University

The defense will take place “25” December 2025 at 16⁰⁰ at the meeting of Scientific council No. DSc.13/30.12.2019.T.07.01 at Tashkent University of Information Technologies (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Ph.: (+99871) 238-64-43, fax: (+99871) 238-65-52, e-mail: tuit@tuit.uz).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of Tashkent University of Information Technologies (is registered under No.384). (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Ph.: (+99871) 238-64-43, fax: (+99871) 238-65-52).

Abstract of dissertation sent out on “03” December 2025 y.
(Dispatching protocol No. 36 on “01” 12 2025 y.).



M.M. Musaev

Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

E.SH. Nazirova

Scientific secretary of scientific council
awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

Dj.B. Sultanov

Chairman of the academic seminar under the
scientific council awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, docent

INTRODUCTION (PhD dissertation abstract)

The aim of the research work The aim of the study is to develop a model and algorithms for video monitoring of learners' educational activities in the process of distance education, providing automatic authentication of their identity, monitoring of behavior and gaze direction, as well as creating the corresponding information system.

The object of the research work is the processes of video monitoring of learners' educational activities within the framework of distance education, including automatic authentication of their identity and behavioral control.

The scientific novelty of the research work:

an advanced functional structure of an intelligent video monitoring system has been developed, grounded in the principles of organizing and managing learners' educational activities within the process of distance education.

neural network models of the distance learning information system have been designed to ensure automatic identification and authentication of learners, evaluation of their academic performance, and verification of facial authenticity and movement patterns in front of the camera.

information models and algorithms of student activity assessment processes in the video monitoring information system for tracking the learning performance of students in the distance education system.

furthermore, the architecture of the information system for video monitoring of educational activities in distance education, along with its integration interfaces with external systems, has been designed and substantiated.

The implementation of the research results. As a result of the research conducted within the framework of the dissertation work, models and algorithms of an information system for video monitoring of students' learning activities in the process of distance education were developed.

The information system for video monitoring of students' learning activities in the process of distance education was implemented in the Department for the Implementation of Information and Communication Technologies and the Organization of Distance Learning at the Institute for Retraining and Advanced Training of Personnel of the Higher Education System (certificate of the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan No. 4/17-06/20-05-10 dated June 20, 2025). As a result of the system's implementation, the quality of educational process management increased by 25% due to the automated control of students' participation and activity in distance learning courses.

The information system for video monitoring of students' learning activities in the process of distance education was also implemented in the educational process of "Sarbon University" to monitor students' actions in real time during remote final and midterm test examinations, ensuring objectivity and transparency of the examination process (certificate of the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan No. 4/17-06/20-05-10 dated June 20, 2025). As a result, the efficiency of detecting attempts to bypass the video

monitoring system increased by 6%, while the number of violations decreased by 9% compared to similar systems.

The information system for video monitoring of students' learning activities in the process of distance education was also introduced into the distance learning process of the non-state educational institution "ICT ACADEMY." The developed system is used to automate the educational process, assess student participation in real time, identify individuals, and monitor activity levels (certificate of the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan No. 4/17-06/20-05-10 dated June 20, 2025). The application of the system significantly increased the level of engagement, attention, and attendance of students, while achieving 100% efficiency in the use of technical resources.

The outline of the thesis dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, a list of symbols and terms, and appendices. The total volume of the dissertation is 120 pages..

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; I part)

1. Xalilov S.P. Sun'iy intellekt usullari yordamida videotasvirdan shaxsning yuz tasviri hamda obeyklarni aniqlash algoritmlari // Management and Future Technologies Ilmiy jurnali Volume 2, Issue 1 March 2025 pp 190-203. (05.00.00; 12.02.2025 y., OAK rayosat qarori №367–son)

2. Xalilov S.P., Omonullayeva F.O., Mannapova M.G. "Videomonitoring hossalriga asoslangan masofaviy ta'lif jarayonlarini takomillashtirishning axborot modeli" Management and Future Technologies eletron ilmiy jurnal April 2024 Volume 1, Issue 1. (05.00.00; 12.02.2025 y., OAK rayosat qarori №367–son)

3. Khalilov, S.P., Yusupov, I., Mannapova, M.G., Nasrullahov, N.B., Botirov, F. Effectiveness of Deep Learning Based Filtering Algorithm in Separation of Human Objects from Images // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 2023, pages 230–238, ISSN03029743, Q2, Impact Score 1.53, Scopus Author <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58250916200>

4. Khamdamov, U.R., Umarov, M.A., Khalilov, S.P., Kayumov, A.A., Abidova, F.S. (2024). Traffic Sign Recognition by Image Preprocessing and Deep Learning. In: Choi, B.J., Singh, D., Tiwary, U.S., Chung, W.Y. (eds) Intelligent Human Computer Interaction. IHCI 2023. Lecture Notes in Computer Science, vol 14532. Q2, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53830-8_9.

5. M. Umarov, J. Elov, S. Khalilov, I. Narzullayev and M. Karimov, "An algorithm for parallel processing of traffic signs video on a graphics processor," 2022 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2022, pp. 1-5, Scopus Author <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58250916200> (05.00.00; 30.10.2020 y., OAK rayosat qarori №287/9–son)

6. A.E. Mirzayev., S.P. Khalilov "Basic principles of wavelet filtering" 2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT) DOI: 10.1109/ICISCT52966.2021.9670311. (05.00.00; 30.10.2021 y., OAK rayosat qarori № 525 – son).

7. Xalilov S.P., Xamdamov U.R., Omonullayeva F.O. Human object detection from image using computer vision technologie // Bulletin of TUIT: Management and Communication Technologies ISSN:2181-1083 № 3s (40) 2024. (05.00.00; 30.07.2020 y., OAK rayosat qarori №283/7.1 – son).

8. U.R. Khamdamov., A. Abdullayev., M.N. Mukhiddinov., S.P. Khalilov Algorithms of Multidimensional Signals Processing based on Cubic Basis Splines for Information Systems and Processes // Journal of Applied Science and Engineering, Vol. 24, No 2, Q2, ISSN 2708-9975, Page 141-150. <http://jase.tku.edu.tw/articles/jase-202104-24-2-0003>.

II bo‘lim (II часть; II part)

9. U. Khamdamov, M. Umarov, J. Elov, S. Khalilov and I. Narzullayev, “Uzbek traffic sign dataset for traffic sign detection and recognition systems,” 2022 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2022, pp. 1-5, Scopus Author <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58250916200>
10. Khalilov S.P. Analysis of digital image segmentation algorithms // Karakalpak Scientific Journal Volume 5 Issue 2 Issue 2 Article 6.
11. Mirzayev A.E., S.P.Xalilov “Digital Signal Processing Based On Spline Functions” 2019 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), 4-6 Nov. 2019, Scopus Author <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58250916200>
12. Mirzayev A.E., S.P.Xalilov “Increasing the efficiency of digital signal processing based on spline functions” Шестая Международная научно-практическая конференция «BIG DATA and Advanced Analytics. BIG DATA и анализ высокого уровня», Минск, Республика Беларусь, 20-21 мая 2020 года, Б-156-164.
13. Xamdamov U.R., S.P. Xalilov, “Real vaqt rejimida videotasvirdagi ob’ektlarni aniqlash va ajratish va ajratish usullarini tadbiq qilish” // Central Asian Journal of Education and Computer Sciences VOLUME 1, ISSUE 2, APRIL 2022 (CAJECS), ISSN: 2181-3213.
14. A.E. Mirzayev., S.P. Khalilov “Tasvirlarga raqamli ishlov berishning dastlabki usullarining tahlili” “Iqtisodiy tarmoqlarning innovatsion rivojlantirishda axborot kommunikatsiya texnologiyalarining ahamiyati” respublika ilmiy-texnik anjuman Toshkent, 2021 yil 10-11 mart.
15. S.P. Xalilov “Masofaviy ta’lim jarayonida avtoproktoring tizimlaridan foydalanishning ahamiyati” Oliy ta’limni raqamlashtirish sharoitida innovatsion o‘qitish texnologiyalarini qo’llash masalalari Respublika ilmiy-uslabiy anjumani Toshkent, 02-03-fevral, 2023-yil.
16. U.R. Khamdamov., A.E. Mirzayev., S.P. Khalilov “Use of Spline models in the Analysis of Signals collected during the measurement of Technological Processes” International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering ISSN 2278-3091 Volume 9, No.4, July – August 2020, Hindiston, <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/38942020>.
17. S. Xalilov, M.Mardihev Masofaviy ta’lim jarayonida avtoproktoring tizimlarining istiqbollari // Innovations In Technology And Science Education (<https://humoscience.com/index.php/itse>)” ilmiy jurnalini. ISSN 2181-371X, SJIF 2023: 5.305 volume 2 ISSUE 8.
18. Xalilov S.P. “Videotasvirlardagi xarakatlanuvchi ob’ektlarni aniklashda kadrlarga ajratish usulidan foydalanish” International conference on developments in education sciences and humanities International scientific-online conference 17nd part, 2-192 pages Part 17, 2 april.
19. Xalilov S.P., Abduraxmonov A.A. “Tasvirlarga dastlabki ishlov berishda viner, median va gaus filtrlarining ahamiyati” Международный научный журнал

«ALFRAGANUS» № 8 (2024). <https://inlibrary.uz/index.php/alfraganus/article/view/35518>

20. A.E. Mirzayev., S.P. Khalilov “Tasvirlarni silliqlash va ular sifatini yaxshilashda matlab funksiyalaridan foydalinish” Рақамли технологиялар соҳаларда амалий жорий этишнинг ечимлари ва муаммолари республика илмий-техник анжуманинг маъruzalар тўплами 28-29 апрел 2021 йил 79-80 В.

21. U.Xamdamov, S. Xalilov, M.Mardihev, F.Omonullayeva “Masofaviy ta’limda jarayonida talabalarni identifikasiya qilish axborot tizimining algoritmlari va dasturiy ta’mnotinii” O’zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro’yxatdan o’tkazilganligi to‘g’risidagi guvohnoma № DGU 44432 26.11.2024 y.

Avtoreferat “Muhammad al-Xorazmiy avlodlari” ilmiy-texnika va axborot-tahliliy jurnali tahririyatida tahriridan o‘tkazildi va o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlarini mosligi tekshirildi.



Bichimi: 84x60 1/6. “Times New Roman” garnitura raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i: 3. Adadi 100. Buyurtma №18.

“_____” bosmaxonasida chop etildi.