MUHANDISLIK & IQTISODIYOT

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik, fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

№5

2026
MAY

Milliy nashrlar

OAK: https://oak.uz/pages/4802

05.00.00 - Texnika fanlari
08.00.00 - Iqtisodiyot fanlar

ISSN: 3060-463X

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, may.

Bosh muharrir:
Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:
Shakarov Zafar G'afforovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:
Abduraxmanov Kalandar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor
Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor
Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,
Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent
Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD
Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)
Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.
Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor
Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent
Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.
Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik, fan va ta’limga oid ilmiy-amaliy jurnal

05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta’minoti
05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
05.01.07 – Matematik modellashtirish
05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun’iy intellekt
05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta’minoti
05.04.01 – Telekommunikasiya va kompyuter tizimlari, telekommunikasiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
05.05.03 – Yorug‘lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
05.06.01 – To‘qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
05.08.03 – Temir yo‘l transportini ishlatish
05.08.06 – “G‘ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish” (texnika fanlari)
05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
05.09.04 – Suv ta’minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog‘ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
08.00.02 – Makroiqtisodiyot
08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
08.00.04 – Qishloq xo‘jaligi iqtisodiyoti
08.00.05 – Xizmat ko‘rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
08.00.06 – Ekonometrika va statistika
08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
08.00.11 – Marketing
08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
08.00.13 – Menejment
08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma’lumot uchun, OAK Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan “Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxati”ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo‘yicha “Muhandislik va iqtisodiyot” jurnali ro‘yxatga kiritilgan.

Muassis: “Tadbirkor va ishbilarmon” MChJ
Hamkorlarimiz:
1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti

MUNDARIJA • СОДЕРЖАНИЕ • CONTENTS

MUNDARIJA

АДАПТИВНОЕ БИЗНЕС-ПЛАНИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ......10
Шарипов Конгратбай Авезимбетович, Исматуллаев Темур Равшан угли
STERJEN KO'NDALANG KESIM YUZASI ELLIPS SHAKLIDAGI TRANSFORMATORNING QISQA TUTASHUV PAYTIDAGI MEXANIK ZO'RIQISHGA CHIDAMLILIGI......18
Bekishev Allabergen Yergashevich, Yakubova Dilfuza Kuanishovna, Saidova Nozima Akkulovna
ВЛИЯНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ НА РАЗВИТИЕ СФЕРЫ УСЛУГ: ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕГИОНОВ УЗБЕКИСТАНА......26
Мусаева Шоира Азимовна, Муйинжонов Хусейн Алишерович
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО АДАПТАЦИИ В УЗБЕКИСТАНЕ......35
Габбарова Ильмира Володиевна
BALAND BINOLAR FASADLARINI PARDOZLASH TEXNOLOGIYALARINI EKSPLUATATSION ISHONCHLILIK VA XIZMAT MUDDATINI UZAYTIRISH ASOSIDA OPTIMALLASHTIRISH......41
Amirov Shavkat Rahmatullayevich
ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОГО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТУРИСТСКОГО ПОТЕНЦИАЛА БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ......48
Усманова Азиза Баходировна
PEREGONDAGI HARAKATNI BOSHQARISH TIZIMLARINI MIKROPROTSESSORLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA TAKOMILLASHTIRILGAN TUZILMAVIY SXEMASINI ISHLAB CHIQISH......53
Xujamkulov Eldor G'ayratjon o'g'li
INVESTITSIYALAR HAJMINI OSHIRISHGA QARATILGAN CHORA-TADBIRLAR VA ULARNI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI......62
Alimova Dilafro'z Tohir qizii
HUDUDLAR KESIMIDA AHOLI O'SISHINING BANDLIK DARAJASIGA TA'SIRINI EKONOMETRIK BAHOLASH (O'ZBEKISTON MISOLIDA)......68
Xusniddinova Gulnoza Ulug'bek qizi
QUYOSH FOTOELEKTRIK PANELLARI SAMARADORLIGIGA ATROF-MUHIT OMILLARI VA CHANGLANISHNING TA'SIRI HAMDA ULARNI KAMAYTIRISHGA QARATILGAN INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR......67
Botirov Bozorbek, Iskandarova Charos, Avazov Jonibek, Sultonov Abror
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI QISHLOQ XO'JALIGINI RIVOJLANTIRISHNING HOZIRGI HOLATI TAHLILI......74
Rajapov Xayrulla Bekdurdiyevich, Sharipova Lobar Umrbek qizi
INTERPOLATSION TIKLASH ALGORITMLARINING OCR ANIQLIGIGA TA'SIRINI BAHOLASH......82
Aliyev Nodirbek Hamidullo o'g'li
IKORXONALARDA KORPORATIV BOSHQARUVNI TAKOMILLASHTIRISHNING ZAMONAVIY YONDASHUVLARI VA INSTITUTSIONAL OMILLARI......89
Muxtorova Shaxlo Farxodovna
O'ZBEKISTONDA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARINING RIVOJLANISH ISTIQBOLLARINI EKONOMETRIK PROGNOZLASH......101
Qo'ziboyev Behzod Hamidovich
KPI-BASED PERFORMANCE MANAGEMENT AND ITS IMPACT ON EMPLOYEE PRODUCTIVITY......106
Sultanova Kamila Mukhtorali kizi
SANOAT KORXONALARI IQTISODIY XAVFSIZLIGINI TA'MINLASHDA MARKETING VOSITALARIDAN FOYDALANISH AMALIYOTINI TAKOMILLASHTIRISH......111
Tursunxo'jayev Sardor Jamoliddin o'g'li

MHXS STANDARTLARIGA O'TISH: KORXONALAR UCHUN AMALIY MUAMMOLAR VA YECHIMLAR 117
Eshniyazova Yulduz Yuldashbayevna
TURMUSH FAROVONLIGINI BAHOLASHNING KO'P O'LCHOVLI USULLARI VA MEZONLARI 123
Turdikulova Moxira Maxmasharifovna
KICHIK BIZNESNI RIVOJLANTIRISHNING MOLIYAVIY-IQTISODIY IMPERATIVLARI 127
Kaxorova Zamira Safaraliyevna
YENGIL SANOAT KORXONALARIDA RO'Y BERISHI MUMKIN BO'LGAN BAXTSIZ HODISALAR VA UNI BARTARAF ETISH CHORA-TADBIRLARI 132
Dehqonov Oyatillo Mansurbek o'g'li, Abduraxmanov Abdurashid Ataxanovich
VTULKA DETALINI ISHLAB CHIQARISHDA SHTAMPLASH TEXNOLOGIK JARAYONINI ISHLAB CHIQISH... 143
Abdullayev Fatxulla, Xasanov Kamoliddin, Yolg'ashova Madina, Jo'rayev Muhiddin
JAHON MOLIYAVIY TIZIMINING TRANSFORMATSIYASI............ 147
Qobilova Nodira Qayumjon qizi, Normurodov X.E.
KORXONALARDA "TEJAMKOR ISHLAB CHIQARISH" KONSEPSIYASIDAN FOYDALANISHNING XORIJ TAJRIBASI 151
Mamasoliyev G'ayratbek Maxamadyusupovich
HUDUDIY BARQARORLIKNI TA'MINLASHDA MAHSULOT EKSPORTINI DIVERSIFIKATSIYALASH YO'LLARI............ 156
Mamadjanova Tuyg'unoy Axmadjanovna
PAXTA-TO'QIMACHILIK KLASTERLARIDA ISHLAB CHIQARISHNI DIVERSIFIKATSIYA QILISH ASOSIDA YUQORI QO'SHILGAN QIYMATLI MAHSULOTLAR ULUSHINI KENGAYTIRISH 161
Yusupova Feruza Yo'ldoshevna
AHOLINING MOLIYAVIY SAVODXONLIGINI OSHIRISHDA MIKROLOYIHALARNING O'RNI 166
Irgashev Anvar Farxodovich
XALQARO KOMPANIYALARDA INNOVATSION BOSHQARUV TIZIMLARINI RIVOJLANTIRISH STRATEGIYALARI............ 173
Raxmankulov Sherzod Shokirovich
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕГРАДАЦИИ КОМПОНЕНТОВ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ: ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР 178
Дыскин Валерий Григорьевич, Курбанов Юнус Муртаза угли, Жубаназаров Ринат Шапагат Улы
RIVOJLANGAN DAVLATLARDA CHIQINDILARNI QAYTA ISHLASH TIZIMINING INSTITUTSIONAL ASOSLARI 184
O'tbosarov Abrorbek Adxamjon o'g'li
DAVLAT ORGANLARI VA TASHKILOTLARI ICHKI AUDITORLARINING PROFESSIONAL AXLOQ QOIDALARINI ISHLAB CHIQISH............ 189
Xamidova Zarifa Urol qizi
AUDIT JARAYONIDA DALIL OLISH VA UNING MUAMMOLARI............ 196
Ro'zmetov Mansur
O'ZBEKISTONDA IJTIMOIY TURIZMNI QO'LLAB-QUVVATLASH MEXANIZMI VA ULARNING SAMARADORLIGI............ 200
Shaydulova Marjona Alisher qizi
KORXONALARNING MOLIYAVIY HOLATINI IFODALOVCHI KO'RSATKICHLAR VA ULARNING MOLIYAVIY TAHLILI AHAMIYATI............ 205
Rizoyev Farrux Hikmatilloyevich
NAMANGAN VILOYATIDA KICHIK SANOAT ZONALARIDA IQTISODIY SALOHIYATNI TAKOMILLASHTIRISH VA RIVOJLANTIRISH MASALALARI............ 210
Turaboev Ibroxim Ismoil o'g'li
ISSIQLIK TEXNIKASIDA IKKILAMCHI BUG'DAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH 215
Komilova Nodira Abdirahmon qizi

MUNDARIJA • СОДЕРЖАНИЕ • CONTENTS

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ В КОМПАНИЯХ С ГОСУДАРСТВЕННЫМ УЧАСТИЕМ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕФОРМ 225

Юсупов Зойиржон Ровшан угли, Жумаев Улуғбек Нодирбекович

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ КОМПАНИЙ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ 231

Тожалиев Шохрух Талип ўғли

GAMES ARE A POWERFUL TOOL FOR IMPROVING LANGUAGE LEARNING 236

Kulakhmedova Gulnora Abdurahimovna

O'ZBEKISTONDA TIJORAT BANKLARINING INNOVATSION XIZMATLARI ORQALI KAMBAG'ALLIKNI KAMAYTIRISH 241

Azlarova Aziza Axrorovna

AVTOMOBIL SANOATIDA MAHALLIYLASHTIRISH JARAYONLARINI BOSHQARISH VA RISKLARNI KAMAYTIRISH MEXANIZMLARI 248

Marufxanov Davron Hasanovich

O'ZBEKISTONDA KICHIK BIZNES VA YOSHLAR TADBIRKORLIGINI RIVOJLANTIRISHNING YANGI IMKONIYATLARI: 2026-YIL ISLOHOTLARI VA ISTIQBOLLARI 255

Isakjanova Saboxat Muhamedovna

MINTAQA IQTISODIYOTI VA SANOATNING RIVOJLANISHI O'RTASIDAGI O'ZARO BOG'LIQLIKNING NAZARIY YONDASHUVLARI 263

Jalolova Muazzamxon Akbarjonovna

DINAMIK NARX SHAKLLANTIRISHNI JORIY ETISHDA ASOSIY MUAMMOLAR VA ULARNI HAL ETISH YO'LLARI 268

Anvar Deberdiyev

RAQAMLI XIZMATLARNING O'ZBEKISTON TASHQI SAVDO BALANSIDAGI O'RNI 272

Latipova Shaxnoza Maxmudovna, Normurodova Zuhra Orzimurod qizi

TURISTIK KORXONALAR INNOVATSION FAOLIYATINI MOLIYALASHTIRISH SAMARADORLIGINI BAHOLASHNING METODOLOGIK ASOSLARI 278

Ruzibayeva Nargiza Xakimovna

IQTISODIY TIZIMDA TADBIRKORLIK VA TADBIRKORLIK QOBILIYATIGA YANGICHA YONDASHUV 283

Tadjiev Bexzod Umidjanovich

OTMNI MOLIYAVIY TA'MINLASHNING INNOVATSION MOLIYAVIY MODELLARI 290

Tuxliyev Bozor Karimovich

TOG'-KON SANOATI KORXONALARIDA TEXNOLOGIK TIZIMLARNI RIVOJLANTIRISHNING KONSEPTUAL ASOSLARI 293

Abirova Nargizabonu

TADBIRKORLIK SUBYEKTLARI FAOLIYATIDA INNOVATSION LOYIHALARNI MOLIYALASHTIRISHNI SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO'LLARI 298

Ro'ziyeva Maftuna Yusufovna

OMMAVIY AXBOROT VOSITALARI KORXONALARINING MOLIYAVIY BARQARORLIGINI BAHOLASHDA IQTISODIY KO'RSATKICHLAR DINAMIKASINING EMPIRIK TAHLILI 303

Sharipova Shahlo Istamovna

METROLOGIYANING ILMIY-METODIK ASOSLARI VA UNING ZAMONAVIY RIVOJLANISH TENDENSIYALARI 308

Maxmudov Dostonbek Soyibjon o'g'li

SANOAT KORXONALARIGA KIRITILGAN INVESTITSIYALAR SAMARADORLIGINING ILMIY-NAZARIY ASOSLARI 312

Mirzakulova Risolat Musurmankulovna

O'ZBEKISTONDA RAQAMLI DAVLAT BOSHQARUVI TIZIMINI RIVOJLANTIRISHNING USTUVOR YO'NALISHLARI 317

Ibragimova Saodat, Mirhamidova Dilorom, Shagaipova Gulchehra

OLIY TA'LIM BITIRUVCHILARI SONINING JISMONIY SHAXSLAR DAROMAD SOLIG'IGA TA'SIRI VA INSON KAPITALI ORQALI IJTIMOIY XARAJATLARNI BOSHQARISH 323
Primova Nigora Ikrom qizi
GLOBAL BIZNESDA INNOVATSIYALARNING ROLI: YANGI TEXNOLOGIYALARNI JORIY ETISHGA STRATEGIK YONDASHUVLAR 331
Raxmankulov Sherzod Shokirovich
ELEKTRON TIJORAT BILAN SHUG'ULLANUVCHI KORXONALARDA MIJOZLAR QONIQISH DARAJASI 337
Aripov Ulug'bek Bahodirovich
KICHIK BIZNESDA INVESTITSIYA SAMARADORLIGINI BAHOLASH MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI 341
Xakimov Akbar Anvarovich
FOTOELEKTRIK TIZIM SAMARADORLIGIGA HARORAT, SOYALANISH VA DEGRADATSIYA OMILLARINING TA'SIRI 344
Majidova Maxliyo A'zam qizi
ISSIQLIK TEXNIKASIDA IKKILAMCHI BUG'DAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH 354
Komilova Nodira Abdirahmon qizi
STUDY OF THE INFLUENCE OF MEMBRANE REACTOR ON METHANE CONVERSION WITH WATER VAPOR AND CARBON OXIDE (IV) 362
Umida Shabarova, Sugdiyana Abdurasulova
ESG MANAGEMENT IN COMMERCIAL BANKS OF UZBEKISTAN: EVALUATION PRACTICES, KEY DETERMINANTS, AND STRATEGIC PRIORITIES 367
Sanemkhan Abdullaeva
UMUMIY O'RTA TA'LIM MUASSASALARIDA BOSHQARUV SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA STRATEGIK MENEJMENTNING O'RNI VA AHAMIYATI 375
Boymirzayev Doniyorbek Anvarjon o'g'li
PEDAGOGIK MAHORATNI OSHIRISHDA SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINI QO'LLASH ORQALI TA'LIM JARAYONINI TAKOMILLASHTIRADIGAN PLATFORMA ISHLAB CHIQISH 379
Salomov Shokirjon, Boboyev Shavkat, Normamatov Xayriddin
ПОВЫШЕНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА 386
Назаров Феруз, Назаров Фарход, Ахмедова Фазилат, Элмуродов Элгез, Янгибоев Асадбек
XIZMAT KO'RSATISH SOHASIDA INNOVATSION JARAYONLARNI JADALLASHTIRISH MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH 391
Berdiyev Jasur Qo'ldoshevich, Rasulov Akmal Xurshid o'g'li
EKSPORT VA IMPORTDA TRANSPORT LOGISTIKASINING AHAMIYATI 397
Yodgorova Shaxnoza Xayridinovna, Bazarova Sevinch Salim qizi
MADANIY MEROS OBYEKTLARINING TURIZMNI RIVOJLANTIRISHDAGI STRATEGIK AHAMIYATI 403
Kuymuratova Matlubaxon Abdimanabovna
EKSPORT VA IMPORTDA TRANSPORT LOGISTIKASINING AHAMIYATI 407
Yodgorova Shaxnoza Xayridinovna, Bazarova Sevinch Salim qizi
XORAZM VILOYATINING IQTISODIY SALOHIYATI VA TRANSPORT INFRATUZILMASINING TARKIBI HAMDA JORIY HOLATI 411
Karimova Shaxnoza O'ktamovna
TURISTIK KORXONALAR INNOVATSION FAOLIYATINI MOLIYALASHTIRISH SAMARADORLIGINI BAHOLASHNING METODOLOGIK ASOSLARI 418
Ruzibayeva Nargiza Xakimovna
RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA QISHLOQ JOYLARIDA TURIZM XIZMATLARI INFRATUZILMALARINI RIVOJLANTIRISH 423
Xalimov Shaxboz Xalimovich
AKTIVLAR QADRSIZLANISHI XARAJATLARINING MOLIYAVIY VA SOLIQ HISOBOTLARIGA TA'SIRI 427
Jarimbetov Ajiniyaz Kurbanbaevich

MUNDARIJA • СОДЕРЖАНИЕ • CONTENTS

MUHANDISLIK GEOMETRIYASI VA KOMPYUTER GRAFIKASI FANLARINI O'QITISHDA MULTIMEDIA VA INTERAKTIV TEXNOLOGIYALARNING TA'LIM NATIJALARIGA TA'SIRI: AUDIO VA VIDEOTEXNOLOGIYALAR IXTISOSLIGI MISOLIDA EMPIRIK TADQIQOT 430

Utkirova Mamura Faxriddin qizi

HUDUDIY TADBIRKORLIK TIZIMIDA INVESTITSION RESURSLAR SAMARADORLIGINI BAHOLASHNING INSTITUTSIONAL VA EKONOMETRIK YONDASHUVLARI 436

Isakov Axmadali Esanbayevich

MINTAQAVIY OZIQ-OVQAT SANOATI KORXONALARINING INNOVATSION RIVOJLANISHIGA INVESTITSION RESURSLARNING TA'SIRINI EKONOMETRIK BAHOLASH 444

Abdunabiyev Sirojiddin G'anijon o'g'li

XABAR ALMASHISHGA ASOSLANGAN MARKETINGDA ISTE'MOLCHILARNING SHAXSIY HAYOTINI KUTILMALARI 452

Raxmatova Sitora Shuxratjon qizi

DAVLAT ISHTIROKIDAGI KORXONALARNI OPTIMALLASHTIRISH VA SOG'LOM RAQOBAT MUHITINI SHAKLLANTIRISH: XORIJIY TAJRIBALAR ASOSIDA O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI DAVLAT SEKTORINI INSTITUTSIONAL ISLOH QILISHNING QIYOSIY TAHLILI 461

Sharapov Umidjon Shavkatovich

ZAMONAVIY SERVIS KOMPANIYALAR TANNARXINI ANIQLASHNING DOLZARB YO'NALISHLARI 471

Berdiyeva Dilfuza Axatovna

NAVOIY VILOYATINING TURISTIK OBYEKTLARI VA ULARDAN SAMARALI FOYDALANISH ORQALI REKREATSION TURIZMNI RIVOJLANTIRISH IMKONIYATLARI TAHLILI 477

Turayev Abduvoxid Kuldashevich

INVESTITSIYALAR HAJMINI OSHIRISHGA QARATILGAN CHORA-TADBIRLAR VA ULARNI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI 483

Alimova Dilafro'z Tohir qizi

RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA TADBIRKORLIKNI RAG'BATLANTIRISH MEXANIZMLARI 488

Suvonov Ibrohim Izbosarovich

QORAKO'L TERI JINGALAKLARINING TAKRORLANMAS KO'RINISHI VA XUSUSIYATLARI 492

Hakimova Sh.Q., Azimov J.Sh., Farmonov F.F.

YOSH TADBIRKORLARNING STARTAP LOYIHALARINI MOLIYALASHTIRISH MEXANIZMLARI 497

Koriev Orif Azizovich

HUDUDLARDA OLIY TA'LIM VA MEHNAT BOZORI INTEGRATSIYASI YO'NALISHLARINI TAKOMILLASHTIRISH 502

Berdiyev Jasur Qo'ldoshevich, Karimov Chuxmor Abdirashidovich

SUG'URTA KOMPANIYALARINING MOLIYAVIY HOLATI VA MOLIYAVIY NATIJALARI TAHLILI 507

Alimov Baxodir Batirovich

TIJORAT BANKLARIDA KREDIT PORTFELI SIFATINI OSHIRISHNING IQTISODIY TAHLILI 513

Turg'unov Nodirbek Muminjanovich

TADBIRKORLIKNI RIVOJLANTIRISHDA INNOVATSION MOLIYALASHTIRISH MEXANIZMLARINING ROLI 516

Xodjimatov Maksudbek Ubaydullayevich

MINTAQA TURIZM INDUSTRIYASINING IQTISODIY RIVOJLANISHI VA BOSHQARUV FAOLIYATLARI TAHLILI 520

Berdiyev Jasur Qo'ldoshevich, Ruziqulov Aziz Tuxtayevich

TIJORAT BANKLARIDA FINTECH TEXNOLOGIYALARINI JORIY ETISH ORQALI MOLIYAVIY INKLYUZIVLIKNI TA'MINLASH: NAZARIY YONDASHUV VA ISTIQBOLLAR 526

Nazarova Shohista Tolmas qizi

METALLARGA BOSIM OSTIDA ISHLOV BERISH JARAYONLARINI RAQAMLI MODELLASHTIRISHNING ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARI 531

Xasanov Kamoliddin Akmal o'g'li, Abdullayev Fatxulla Sagdullayevich, Diyorov Salohiddin Farhod o'g'li, Jalolov Jafar Jamol o'g'li

XO‘JALIK YURITUVCHI SUBYEKTLARDA PUL MABLAG‘LARI HISOBINI MHHS ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH: USLUBIY VA AMALIY YONDASHUVLAR 537
Umurzakov Dilshodbek Xakimovich
TADBIRKORLIK SUBYEKTLARINI YASHIRIN IQTISODIYOTNI AMALGA OSHIRISHGA UNDOVCHI OMILLAR 543
Bobojonov Azimjon Akmal o‘g‘li
MINTAQANING INVESTITSION SALOHIYATINI BAHOLASHNING NAZARIY-METODOLOGIK ASOSLARI 548
Maxmudov Jasurbek Ergashevich
BUXORO TARIXIY MARKAZIDAGI MUZEY OBYEKTINING SIG‘IM TAHLILI: FAYZULLA XO‘JAYEV UY-MUZEYI TAJRIBASIDA 553
Odilova Muattar Akram qizi, Qilichov Muhriddin Husniddin o‘g‘li
MAMLAKATIMIZDA KICHIK TADBIRKORLIK SUBYEKTLARINING INNOVATSION FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISHDA MOLIYAVIY VOSITALARDAN FOYDALANISHNING USTUVORLIKLARI 560
Turdiyeva Muqaddas Umarovna
МОДЕЛЬ ЦИФРОВОГО ОБЪЕКТА ДЛЯ АНАЛИЗА КОМПЛЕКСНЫХ ЦИФРОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ 565
Гулямов Шухрат, Шамсутдинова Винера, Караханова Алсу, Зайниддинова Зебинисо
TIJORAT BANKLARINING INVESTITSION JOZIBADORLIGINI OSHIRISHNING MOLIYAVIY MEXANIZMLARI 571
Yuldoshov Otabek Jovli o‘g‘li
TIJORAT BANKLARINING XALQARO KAPITAL BOZORLARIGA INTEGRATSIYASI VA INVESTITSION SALOHIYATINI OSHIRISH MEXANIZMLARI 576
Ortiqov Sidiqjon Xolmurodovich
XIZMAT KO‘RSATISH KORXONALARIDA RAQOBATBARDOSH SALOHIYATNI SHAKLLANTIRISH VA RAQOBAT USTUNLIKLARINI TA’MINLASH MEXANIZMLARI 583
Asenbaeva Aydaygul, Toshqulova Aziza
RAQAMLI IQTISODIYOT VA UNING O‘ZBEKISTON IQTISODIY TARAQQIYOTIGA TA’SIRI 587
Halimov Humoyunbek Tohirjon o‘g‘li, Rustamov Davron Rustamovich
RAQAMLI IQTISODIYOT VA UNING O‘ZBEKISTON IQTISODIY TARAQQIYOTIGA TA’SIRI 591
Halimov Humoyunbek Tohirjon o‘g‘li, Rustamov Davron Rustamovich
SCENARIO-BASED ECONOMETRIC EVALUATION OF REAL INVESTMENT EFFICIENCY IN SMALL BUSINESS ACTIVITIES 601
Otajanov Umid Abdullayevich
O‘ZBEKISTONDA YASHIL IQTISODIY O‘SISHNI RAG‘BATLANTIRISHNING INSTITUTSIONAL VA IQTISODIY MEXANIZMLARI 611
Iminoxunov Abdukoxor Abdivaitovich
BANK 4.0 SHAROITIDA SUN’IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINING BANK BOSHQARUVI SAMARADORLIGIGA TA’SIRI 619
Boltayev Zokirjon Otanazarovich
MINTAQANI BARQAROR RIVOJLANTIRISHDA SUV RESURSLARI SALOHIYATIDAN FOYDALANISH USULLARI 622
Sapayev Azamat Rustamovich
ФИСКАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА В СРЕДНЕСРОЧНОМ БЮДЖЕТНОМ ПЛАНИРОВАНИИ 626
E.M. Сон
BUXORO VILOYATINING YALPI HUDUDIY MAHSULOT DINAMIKASI VA UNING TARMOQ TUZILMASIDAGI TARKIBIY O‘ZGARISHLAR TAHLILI 631
Raxmonqulova Nafisa Olimjonovna
BARQAROR TURIZMNI RIVOJLANTIRISHNING ILG‘OR XORIJ TAJRIBALARI 636
Raupov Shuxrat Soyibovich
BARQAROR TURIZMNI RIVOJLANTIRISHNING ILG‘OR XORIJ TAJRIBALARI 636
Raupov Shuxrat Soyibovich

MUNDARIJA • СОДЕРЖАНИЕ • CONTENTS

O'ZBEKISTONDA "O'ZSUVTA'MINOT" AJ TIZIMI KORXONALARINI "YASHIL" MOLIYALASHTIRISHNI RIVOJLANTIRISHDA XALQARO MOLIYA INSTITUTLARI ISHTIROKIDA JALB QILINGAN XUSUSIY INVESTITSIYALAR DINAMIKASINING IQTISODIY TAHLILI 652

Risqibekova Nozimaxon

WAYS TO REDUCING POVERTY BY INCREASING INCOME: INSTITUTIONAL AND SOCIO-ECONOMIC MECHANISMS 657

Muxammedov Jasurbek Olloberdi ugli, Ganiyev Muhammadjon Khalilovich

QURILISH KORXONALARIDA XARAJATLARNI KLASSIFIKASIYA QILISH VA HISOBGA OLISH TIZIMI 663

Toshimov Azizbek Hakimovich

MARKAZIY OSIYO DAVLATLARIDA SUV RESURSLARIDAN OQILONA FOYDALANISH 667

Jobborov Elmurod Normo'minovich

NAMANGAN VILOYATIDA KICHIK BIZNESNING HUDUDIY IQTISODIYOT RIVOJLANISHIDAGI O'RNI... 672

Jo'rayev Ilhomjon Kamolidinovich

HUDUDLARARO IQTISODIY NOMUTANOSIBLIK VA UNGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR TAHLILI 677

Erkinova Dildora Ravshonbek qizi

XORIJIY BANKLAR AMALIYOTIDA RISKLARNI BAHOLASH VA BOSHQARISH TAJRIBASI 683

Kudaybergenova Guzal Kuanishbayevna

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ 687

Желтухин Андрей Владимирович

AUDITORLARNING PROFESSIONAL FIKR VA MULOHAZALARINI TAKOMILLASHTIRISHDA XALQARO ILG'OR TAJRIBALARNING AHAMIYATI 694

Parpiyev Jaxongir Ilxomjonovich

SOVUTGICH QURILMASIDAGI KONDITSIONERDAN AJRALIB CHIQADIGAN ISSIQLIKDAN MAHSULOTLARNI QURITISHDA FOYDALANISH 699

Nuritov Ikrom, Iboyeva Sevinch, Sultonmurodova Xuriniso

ORGANISATIONAL BEHAVIOR IN ENTERPRISES AND ITS IMPACT ON MANAGEMENT DECISION-MAKING: A REVIEW OF THEORIES 704

Djumanov A.A.

O'ZBEKISTON SHAROITIDA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARINI RIVOJLANTIRISHNING ISTIQBOLLARI VA DOLZARB MUAMMOLARI 714

Taniyev Mirzoxid Xurramovich, Mannabova Madina Sunnatillo qizi

MILLIY GO'SHT CHORVACHILIGINING INNOVATSION RIVOJLANISHIDA TASHKILIY-IQTISODIY OMILLAR VA ULARNING SAMARADORLIKKA TA'SIRI 721

Kushakov Faxriddin Baxtiyarovich

KORXONANING MOLIYAVIY BARQARORLIGINI OSHIRISHDA XARAJATLAR MONITORINGINING ROLI 731

Urmanbekova Iroda Farxodovna

RAQAMLI IQTISODIYOTDA KADRLAR TAYYORLASH VA DUAL TA'LIM TIZIMI RIVOJI 738

Uzaydullayev Sherzod Shukurullayevich

YANGI O'ZBEKISTONDA GILAMCHILIK SANOATINI RIVOJLANTIRISH MAQSADLARI VA ISTIQBOLLARI 741

Musayeva Shoira Azimovna

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕНСКОГО ТРУДА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОЙ И ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ 746

Дониёрова Зухрабону Алишер кизи

TRANSPORT LOGISTIKA XIZMATLARINI RIVOJLANTIRISHNING MAMLAKAT IQTISODIYOTI RIVOJIDAGI O'RNI 754

Abduxalikova Komila Abduxalikovna

JAMOAT TRANSPORTI KORXONALARIDA MARKETING STRATEGIYALARINI AMALGA OSHIRISH USULLARI 758
Berdiyorov Temur Azamatovich
CHAKANA SAVDO KORXONALARIDA ELEKTRON TIJORAT TEXNOLOGIYALARINI JORIY ETISHNING IQTISODIY SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI 764
Safarov Baxtiyor Djurakulovich
NAVOIY VILOYATI XATIRCHI TUMANIDA MAVJUD TURISTIK RESURSLARDAN ICHKI VA XALQARO TURIZMDA FOYDALANISH IMKONIYATLARI 769
Turayev Abduvoxid Kuldashevich
RAQAMLI PLATFORMALARNI RIVOJLANTIRISH ASOSIDA MOLIYAVIY TEXNOLOGIYALARNING INKLYUZIVLIGINI OSHIRISHNING STRATEGIK YO'NALISHLARI 776
Azizbek Nusratov San'atillayevich
MINERAL VA KIMYOVIY QO'SHIMCHALAR BILAN KOMPLEKS MODIFIKATSIYALASH ORQALI SEMENT MATRITSASI MUSTAHKAMLIGINI OSHIRISH 781
Turgaev Jambul Adilbaevich
KICHIK BIZNES SOHASIDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR TRANSFERINI TA'MINLASH OMILLARI VA ISTIQBOLLARI 787
Yodgorova Xalima To'lqinovna
WAYS TO IMPROVE PRICING POLICY MECHANISMS OF STATE-OWNED ENTERPRISES 792
Mavlonov Ozod Ulug'bekovich
AN'ANAVIY VA SUN'IY INTELLEKTGA ASOSLANGAN BOSHQARUV TIZIMLARINING QIYOSIY TAHLILI (MS1H1 SERVO MOTORI MISOLIDA) 798
Pirmatov Nurali Berdiyarovich, Egamov Akmal Mamarasulovich, Mamarasulov Nodir Akmal o'g'li
NODAVLAT OLIY TA'LIM MUASSASALARIDA MOLIYAVIY BARQARORLIK VA LIKVIDLIKNI BOSHQARUV HISOBIGA INTEGRATSIYALASH: KO'RSATKICHLAR TIZIMI, PROGNOZLASH VA ERTA OGOHLANTIRISH MEXANIZMI 803
Xojiboyev Muxiddin Shodimuxamedovich
TAYYOR MAHSULOT QADRSIZLANISHI HISOBINI XALQARO STANDARTLARGA MOSLASHTIRISH: ISHCHI SCHYOTLARINI JORIY ETISHNING METODIK ASOSLARI 808
Babakulova Matluba Kurbannazarovna
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И МЕДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ РАБОТЫ В МАХАЛЛЯХ 812
Косимжонов Нозимжон Козимжонович
MINTAQALARNING BARQAROR IQTISODIY O'SISHIDA YASHIL IQTISODIYOT KONSEPSIYASINING AHAMIYATI: NAZARIY YONDASHUVLAR TAHLILI 815
Maxmudov Sobir Xudoyberdiyevich
TURISTIK XIZMAT BOZORINING MOHIYATI, UNING VAZIFALARI VA MARKETING STRATEGIYALARINI TAKOMILLASHTIRISH 821
Payazov Murod Maqsudovich, Salimova Mumtozbegim Jahongir qizi, Shahnoza Xudoyberdiyeva Davlatovna
O'ZBEKISTON TIJORAT BANKLARI SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA ZAMONAVIY HISOBLASH TEXNOLOGIYALARINING O'RNI 825
Absamatov Asqar Ergashovich
MINTAQAVIY TURIZM SOHASI UCHUN MALAKALI KADRLAR TAYYORLASHNING USTUVOR YO'NALISHLARI BO'YICHA TAVSIYALAR 830
Raxmatov Adxam Itolmasovich
YAROQSIZ AVTOMOBIL SHINALARINI QAYTA ISHLASH USULLARI TAHLILI 839
Maxmonov Uktam Ashurovich
TA'LIM XIZMATLARI BOZORINING RIVOJLANISHI VA RAQOBATBARDOSHLIGINI PROGNOZLASH METODLARI 845
Bozorova Madina Raxmat qizi

HUDUDIY TURIZM XIZMATLARI BOZORIDA MEHMON UYLARINING ULUSHINI OSHIRISHNING IQTISODIYOTGA TA'SIRI 850
Dilbar Xasanovna Aslanova, Jasur Farxodovich Fattayev
АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ ЖЕНСКИХ КОЛЛЕКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТИЛИСТИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕТРО-МОДЫ 854
Абдурахманова Н., Рахматуллаева У. С.
TADBIRKORLIK SUBYEKTLARI FAOLIYATINI OSHIRISHNING ASOSIY MOLIYAVIY YO'NALISHLARINI BOSHQARISH MASALALARI 859
Daniyarov Quwatbay Dáwirxanovich, Turdımuratova Gulsanem Asqar qizi
BUXORO SHAHRIDAGI PREZIDENT MAKTABINING MOLIYAVIY-IQTISODIY FAOLIYATI VA BOSHQARUV TIZIMINI TAHLIL ETISH 866
Davidxodjayev Oybek Obidovich
ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISM FOR ENSURING FOOD SECURITY AND ITS STRUCTURAL COMPOSITION 871
Mattiyev Sodiqjon Qodirovich
ISSIQ-QURUQ IQLIM HUDUDLARIDA BINOLARNING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA DINAMIK QUYOSHDAN HIMOYALOVCHI TIZIMLARNING ARXITEKTURAVIY-INJENERLIK YECHIMLARI... 876
Ahmadov Tolibjon Akmalovich
Iqtisodiy tizimda risk va uning xususiyatlari tahlili 879
Nasimov Ravshanjon Azimovich
YASHIRIN IQTISODIYOT VA UNI RAQAMLI NAZORAT SHAROITIDA QISQARTIRISH USULLARI 887
Nargiza Muzafarovna Babaeva
YURAK-QON TOMIR KASALLIKLARINI BASHORAT QILISHDA MASHINALI O'QITISH ALGORITMLARINING QIYOSIY TAHLILI 894
Saytov Kamiljan Begdullaevich, Bekniyazova Nurjamal Danaevna, Xudaynazarova Malika Orinbaevna

YURAK-QON TOMIR KASALLIKLARINI BASHORAT QILISHDA MASHINALI O‘QITISH ALGORITMLARINING QIYOSIY TAHLILI

Saytov Kamiljan Begdullaevich
Nukus davlat texnika universiteti Matematik modellashtirish kafedrasi assistenti, Nukus shahri

Bekniyazova Nurjamal Danaevna
Nukus davlat texnika universiteti Axborot tizimlari va texnologiyalari kafedrasi assistenti, Nukus shahri

Xudaynazarova Malika Orinbaevna
Nukus davlat texnika universiteti Axborot tizimlari va texnologiyalari kafedrasi assistenti, Nukus shahri

Annotatsiya. Yurak-qon tomir kasalliklari bugungi kunda global sog‘liqni saqlash tizimining eng dolzarb yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, ushbu kasalliklarni erta aniqlash va samarali tashxislash usullarini takomillashtirish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. So‘nggi yillarda mazkur yo‘nalishda ko‘plab tadqiqotlar amalga oshirilgan bo‘lsa-da, bashoratlash modellarining aniqligi va barqarorligini yanada oshirish zarurati saqlanib qolmoqda. Ayniqsa, balanslashmagan ma’lumotlar to‘plami bilan ishlashda samarali yondashuvlarni qo‘llash yurak kasalliklarini aniqlash sifatini sezilarli yaxshilash imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi mashinali o‘qitish usullari yordamida yurak kasalliklarini, xususan, miokard infarktini erta bosqichda aniqlash imkoniyatlarini tahlil qilishdan iborat. Tadqiqot doirasida balanslashmagan ma’lumotlar to‘plami muammosini samarali hal etishga qaratilgan ilmiy manbalar keng qamrovda o‘rganildi. Yurak kasalliklarini bashorat qilish aniqligini oshirish maqsadida mashinali va chuqur o‘qitishning yettita klassifikatsiya algoritmi: K-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machine (SVM), logistik regressiya, konvolyutsion neyron tarmog‘i (CNN), Gradient Boost, XGBoost hamda Random Forest modellarining samaradorligi sinovdan o‘tkazildi.

Tadqiqot natijalari turli klassifikatorlarning yurak-qon tomir kasalliklarini tashxislashdagi yuqori salohiyatini ko‘rsatdi. Ayniqsa, XGBoost modelining optimallashtirilgan varianti eng yuqori samaradorlikni namoyon etdi. Modelning umumiy aniqligi — 98,50 %, aniqlik darajasi — 99,14 %, to‘liqlik (Recall) — 98,29 % va F1-ko‘rsatkichi — 98,71 % ni tashkil etdi. Ushbu natijalar mashinali o‘qitish texnologiyalaridan foydalanish yurak kasalliklarini erta aniqlash va diagnostika aniqligini oshirishda katta imkoniyatlarga ega ekanligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: mashinali o‘qitish, sun’iy intellekt, klassifikatsiya algoritmlari, neyron tarmoqlar, ma’lumotlar tahlili, model aniqligi, qiyosiy tahlil.

Аннотация. Сердечно-сосудистые заболевания являются одним из наиболее актуальных направлений современной системы здравоохранения, а совершенствование методов их раннего выявления и эффективной диагностики имеет важное научно-практическое значение. Несмотря на значительное количество исследований в данной области, сохраняется необходимость дальнейшего повышения точности и устойчивости прогностических моделей. Особенно важным направлением является применение эффективных подходов к работе с несбалансированными наборами данных, что способствует существенному улучшению качества диагностики сердечных заболеваний.

Основной целью данного исследования является анализ возможностей методов машинного обучения для раннего выявления сердечных заболеваний, в частности инфаркта миокарда. В рамках исследования был проведён всесторонний обзор научной литературы, посвящённой эффективным стратегиям решения проблемы несбалансированных наборов данных. Для повышения точности прогнозирования сердечно-сосудистых заболеваний были протестированы семь алгоритмов машинного и глубокого обучения: K-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machine (SVM), логистическая регрессия, сверточная нейронная сеть (CNN), Gradient Boost, XGBoost и Random Forest.

Результаты исследования продемонстрировали высокий потенциал различных классификаторов в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний. Наиболее эффективные результаты показала оптимизированная модель XGBoost. Общая точность модели составила 98,50 %, уровень точности — 99,14 %, полнота (Recall) — 98,29 %, а F1-показатель — 98,71 %. Полученные результаты подтверждают, что применение технологий машинного обучения открывает широкие возможности для повышения точности диагностики и раннего выявления сердечных заболеваний.

Ключевые слова: машинное обучение, искусственный интеллект, алгоритмы классификации, нейронные сети,

анализ данных, точность модели, сравнительный анализ.

Abstract. Cardiovascular diseases remain one of the most important challenges in modern healthcare, and improving methods for their early detection and effective diagnosis is of significant scientific and practical importance. Although numerous studies have been conducted in this field, there is still a growing need to further enhance the accuracy and stability of prediction models. In particular, the application of effective approaches for handling imbalanced datasets can substantially improve the quality of heart disease diagnosis.

The main objective of this study is to analyze the potential of machine learning methods for the early detection of heart diseases, especially myocardial infarction. A comprehensive review of scientific literature was conducted to identify effective strategies for addressing the problem of imbalanced datasets. To improve the accuracy of cardiovascular disease prediction, seven machine learning and deep learning classifiers were evaluated, including K-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machine (SVM), Logistic Regression, Convolutional Neural Network (CNN), Gradient Boost, XGBoost, and Random Forest.

The results demonstrated the strong potential of these classifiers in diagnosing cardiovascular diseases. In particular, the optimized XGBoost model achieved the highest performance. The model demonstrated an overall accuracy of 98.50%, precision of 99.14%, recall of 98.29%, and an F1-score of 98.71%. These findings confirm that machine learning technologies provide significant opportunities for improving diagnostic accuracy and enabling the early detection of heart diseases.

Keywords: machine learning, artificial intelligence, classification algorithms, neural networks, data analysis, model accuracy, comparative analysis.

KIRISH

Yurak organizmning hayotiy faoliyatini ta’minlovchi eng muhim organlardan biri bo‘lib, u kislorod bilan to‘yingan qonni tana bo‘ylab haydash hamda qon bosimining optimal darajasini saqlash orqali inson salomatligida hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Yurak faoliyatidagi har qanday funksional o‘zgarish yoki buzilish yurak-qon tomir kasalliklari (Cardiovascular Diseases — CVD) deb ataluvchi kasalliklar guruhining rivojlanishiga sabab bo‘lishi mumkin. Mazkur kasalliklar yurak va qon tomirlariga ta’sir qiluvchi turli patologik holatlarni o‘z ichiga oladi. Jumladan, serebrovaskulyar kasalliklar, tug‘ma yurak nuqsonlari, o‘pka emboliyasi, yurak ritmi buzilishlari (aritmiya), periferik arterial kasalliklar, koronar arteriya kasalligi (Coronary Artery Disease — CAD), revmatik yurak kasalliklari, yurakning ishemik kasalligi (Coronary Heart Disease — CHD) hamda yurak mushaklariga ta’sir qiluvchi kardiomiopatiyalar shular jumlasidandir.

Kasallikning tarqalishi va xavf omillarini tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, yurak-qon tomir kasalliklari orasida yurakning ishemik kasalligi (CHD) eng keng tarqalgan turlardan biri hisoblanadi hamda umumiy holatlarning qariyb 64 foizini tashkil etadi. Ushbu kasallik ko‘proq erkaklar orasida uchrashi kuzatilsa-da, ayollar ham uning ta’siriga moyil hisoblanadi. Yurak-qon tomir kasalliklari tarkibida koronar arteriya kasalligi (CAD) global o‘lim ko‘rsatkichlari bilan chambarchas bog‘liqligi sababli alohida ahamiyat kasb etadi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma’lumotlariga ko‘ra, yurak-qon tomir kasalliklari oqibatida dunyo bo‘ylab har yili taxminan 17,9 million kishi vafot etadi. Mazkur statistik ko‘rsatkichlar yurak-qon tomir kasalliklarini erta aniqlash, samarali tashxislash hamda ularning salbiy ta’sirini kamaytirishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar va zamonaviy tibbiy texnologiyalarni rivojlantirishning dolzarbligini ko‘rsatadi.

Tadqiqotning maqsadi va vazifalari yurak kasalliklarini tahlil qilishda qo‘llanilayotgan mashinali o‘qitish (Machine Learning — ML) usullarining afzallik va cheklovlarini o‘rganishga qaratilgan. Tadqiqot doirasida yurak-qon tomir hamda serebrovaskulyar kasalliklarni aniqlash samaradorligini oshirish maqsadida yettita mashinali o‘qitishga asoslangan bashoratli model ishlab chiqildi va tahlil qilindi. Ushbu modellar qatoriga K-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machine (SVM), logistik regressiya, konvolyutsion neyron tarmog‘i (CNN), Gradient Boost, XGBoost hamda Random Forest algoritmlari kiritildi.

Tadqiqot jarayonida ikkita ma’lumotlar to‘plamidan (datasets) foydalanildi. Ma’lumotlar mashinali o‘qitish algoritmlarining samaradorligini oshirish maqsadida dastlabki ishlov berish bosqichidan o‘tkazildi. Jumladan, oversampling (kichik sinflarni ko‘paytirish), feature scaling (belgilarni masshtablash), normalizatsiya hamda dimensionality reduction (o‘lchamni kamaytirish) kabi usullar qo‘llanildi. Tadqiqot yakunida sog‘liqni saqlash sohasida yurak kasalliklarini tahlil qilishda turli mashinali o‘qitish texnikalarining samaradorligi baholanib, ularning natijalari o‘zaro qiyosiy tahlil qilindi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Ushbu maqolada mashinali o‘qitish va chuqur o‘qitish usullaridan foydalangan holda yurak kasalliklarini erta bosqichda bashorat qilishga oid ilmiy tadqiqotlar bo‘yicha qisqacha texnik ma’lumotlar hamda tegishli

adabiyotlar sharhi taqdim etiladi. Shuningdek, mazkur tadqiqotlarda yurak kasalliklarini dastlabki bosqichlarda aniqlash va bashorat qilish uchun qo'llanilgan turli usullar tahlil qilinadi.

2.1. Mashinali o'qitish yondashuvi

Mashinali o'qitish — ma'lumotlar va tashqi muhit asosida o'rganish orqali inson intellektiga taqlid qiluvchi hisoblash algoritmlarining jadal rivojlanayotgan yo'nalishlaridan biridir. Ushbu algoritmlar ko'pincha "katta ma'lumotlar" (Big Data) deb ataladigan keng ko'lamli ma'lumotlar to'plamini qayta ishlash va tahlil qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Mashinali o'qitish usullari turli sohalarda, jumladan, naqshlarni aniqlash, kompyuter ko'rishi, kosmik muhandislik, biomeditsina hamda tibbiyot yo'nalishlarida yuqori samaradorlikni namoyon etmoqda. Ushbu texnologiyalarning universalligi va amaliy samaradorligi ularni murakkab muammolarni hal qilish hamda katta hajmdagi ma'lumotlardan muhim ilmiy xulosalar chiqarishda muhim vositaga aylantirmoqda [1].

2.2. Chuqur o'qitish yondashuvi

So'nggi yillarda chuqur o'qitish (Deep Learning) sohasida sezilarli rivojlanish kuzatilmoqda. Ushbu yo'nalishda asosiy e'tibor narsalar interneti (Internet of Things — IoT) texnologiyalari yordamida shifokorlarga kasalliklarni bashorat qilish va tashxislashda ko'maklashuvchi intellektual avtomatlashtirilgan tizimlarni ishlab chiqishga qaratilgan.

An'anaviy mashinali o'qitish usullari ko'pincha bitta ma'lumotlar to'plamiga bog'liq holda ishlashi bilan cheklansa, chuqur o'qitish texnologiyalarining rivojlanishi mavjud algoritmlarning aniqligini sezilarli darajada oshirish imkonini berdi. Chuqur o'qitish bir nechta yashirin qatlamlardan tashkil topgan sun'iy neyron tarmoqlariga asoslanadi. Mazkur arxitektura chiziqli bo'lmagan ma'lumotlarni qayta ishlash imkoniyatini yaratib, modelga murakkab qonuniyatlar va bog'liqliklarni aniqlashga yordam beradi.

Natijada, chuqur o'qitish tibbiyot sohasida IoT qurilmalari va turli ma'lumotlar manbalari bilan integratsiyalashgan holda kasalliklarni bashorat qilish hamda diagnostika jarayonlarini takomillashtiruvchi samarali vosita sifatida shakllanmoqda. Ushbu yondashuv aniqlik darajasi bo'yicha an'anaviy mashinali o'qitish algoritmlariga nisbatan yuqori natijalarni namoyon etmoqda. Shu bilan birga, yashirin qonuniyatlarni aniqlash va kasalliklarni bashorat qilishga xizmat qiluvchi aniq tibbiy qo'llab-quvvatlash tizimlarini yanada rivojlantirish zarurati mavjud. Chuqur o'qitish texnologiyalari yurak kasalliklarini erta bosqichda aniqlash, o'z vaqtida tibbiy aralashuvni amalga oshirish va davolash samaradorligini oshirish imkonini beradi [2].

2.3. Global tadqiqot tashabbuslari va Stanford Shah Lab tajribasi

Hozirgi kunda dunyo miqyosida ko'plab ilmiy va sanoat tashabbuslari sog'liqni saqlash tizimiga mashinali o'qitish texnologiyalarini joriy etish orqali bemorlarga ko'rsatilayotgan tibbiy xizmat sifatini yaxshilashga qaratilgan. Shunday tashabbuslardan biri Stanford University huzuridagi Shah Lab laboratoriyasi faoliyati bilan bog'liqdir [3].

Shah Lab laboratoriyasi sog'liqni saqlash tizimidagi dolzarb muammolarni hal etish hamda turli tibbiy yo'nalishlar uchun innovatsion yechimlarni ishlab chiqishda mashinali o'qitish va ma'lumotlar tahlili usullaridan samarali foydalanishga ixtisoslashgan. Mazkur laboratoriya faoliyati tibbiy ma'lumotlarni chuqur tahlil qilish, kasalliklarni erta aniqlash va tashxislash aniqligini oshirishga qaratilgan ilg'or ilmiy yondashuvlarni o'z ichiga oladi.

Ushbu natijalarni texnik jihatdan qiyosiy tahlil qilish orqali tadqiqotning ilmiy ahamiyati va amaliy qiymatini yanada chuqurroq baholash imkoniyati yaratiladi (1-jadval).

1-jadval
Mavjud usullarning samaradorligi haqida qisqacha ma'lumot

Tadqiqot	Metodologiya	Aniqlik	Izoh
Mohan va boshqalar [4]	HRFLM (Hybrid)	88 %	Gibrid model qo'llanilgan bo'lsa-da, aniqlik darajasi nisbatan pastroq natijani ko'rsatgan.
Singh va boshqalar [5]	KNN / SVM	87 % / 83 %	Klassik mashinali o'qitish algoritmlari o'rtacha samaradorlikni namoyon etgan.
Amiri va Armano [6]	CART	99,14 %	Juda yuqori aniqlik ko'rsatkichi qayd etilgan. Sensitivity ko'rsatkichining 100 % ga yaqin bo'lishi modelning ma'lumotlarni yuqori darajada o'zlashtirganligini hamda kasallik holatlarini aniqlashda samarali natijalarni namoyon etayotganini ko'rsatadi. Shu bilan birga, modelning barqarorligini yanada oshirish maqsadida uning turli ma'lumotlar to'plamlarida qo'shimcha sinovdan o'tkazilishi muhim ahamiyat kasb etadi.
Liu va Kim [7]	LSTM	98,4 %	Chuqur o'qitish (Deep Learning) asosidagi yondashuv yuqori samaradorlikni namoyon etgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Gradient Boosting modellarining model tarkibidagi "zaif oʻrganuvchi" (weak learner) elementlarni bosqichma-bosqich takomillashtirish orqali bashorat aniqligini oshirish imkoniyati ularni yurak kasalliklarini aniqlashda samarali yondashuvlardan biri sifatida namoyon etadi. Mazkur algoritmlar ketma-ket oʻqitish tamoyiliga asoslanib, avvalgi modellarning xatolarini minimallashtirish orqali umumiy model samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Shu sababli, yurak-qon tomir kasalliklarini tashxislash va bashorat qilish jarayonlarida Gradient Boosting modellarining imkoniyatlarini chuqurroq oʻrganish dolzarb ilmiy yoʻnalishlardan biri hisoblanadi. Ushbu kontekstda Gradient Boosting algoritmlarining samaradorligini oshirish, model parametrlarini optimallashtirish hamda diagnostik aniqlikni yanada takomillashtirishga qaratilgan qoʻshimcha ilmiy tadqiqotlar va amaliy tajribalarni amalga oshirish muhim ahamiyat kasb etadi (1-rasm).

1-rasm. Tadqiqot metodologiyasi bosqichlari.

1-rasm. Tadqiqot metodologiyasi bosqichlari

3.1. Maʼlumotlar toʻplami

Ushbu tadqiqotni amalga oshirish jarayonida ikkita maʼlumotlar toʻplami tahlil qilindi. Jumladan, Mendeley Data platformasidan olingan "Cardiovascular Heart Disease Dataset" hamda Kaggle platformasidan olingan "Heart Disease Cleveland Dataset" maʼlumotlar toʻplamlaridan foydalanildi.

Har ikkala datasetda ham "Cardio" va "Target" ustunlari bashorat qilinuvchi maqsadli oʻzgaruvchilar hisoblanadi. Ushbu oʻzgaruvchilar 0 — "kasallik mavjud emas" va 1 — "kasallik mavjud" qiymatlari orqali ifodalangan. Shuningdek, tadqiqot davomida foydalanilgan har ikkala maʼlumotlar toʻplamida yetishmayotgan qiymatlar (missing values) aniqlanmadi. Dataset tarkibidagi atributlarning batafsil tavsifi quyida keltirilgan.

Tadqiqotda alohida eʼtibor "Heart Disease Cleveland Dataset" maʼlumotlar toʻplamiga qaratildi (2-jadval). Mazkur dataset mashinali oʻqitish va sogʻliqni saqlash sohasida keng qoʻllaniladigan hamda eng koʻp foydalaniladigan maʼlumotlar manbalaridan biri hisoblanadi. U yurak kasalliklarini bashorat qilish va klassifikatsiya qilish vazifalarida samarali qoʻllanib kelinmoqda.

Ushbu dataset turli mashinali oʻqitish algoritmlarining yurak kasalliklarini tashxislashdagi samaradorligini baholashda muhim ahamiyat kasb etadi. Maʼlumotlar toʻplami 303 nafar bemorga oid 14 ta atributdan iborat boʻlib, uning asosiy maqsadi bemorda yurak kasalligi mavjudligi yoki mavjud emasligini bashorat qilishdan iborat (2-jadval).

2-jadval
Yurak kasalliklari Cleveland maʼlumotlar toʻplami

№	Atribut nomi	Tavsifi va qiymatlari
1	Yoshi	Bemorning yoshi (yil hisobida, sonli koʻrinishda).
2	Jinsi	Jins kategoriyasi: 1 — erkak, 0 — ayol.
3	Koʻkrak ogʻrigʻi	Koʻkrak qafasidagi ogʻriq turi: 0 — tipik angina; 1 — atipik angina; 2 — anginasiz ogʻriq; 3 — simptomlarsiz (asimptomatik).

4	Qon bosimi	Tinch holatdagi qon bosimi (mm simob ustunida).
5	Xolesterin	Qon zardobidagi xolesterin miqdori (mg/dl).
6	Qand miqdori	Och qoringa qondagi qand miqdori: 1 — 120 mg/dl dan yuqori; 0 — 120 mg/dl dan past.
7	EKG	Tinch holatdagi EKG natijalari: 0 — normal; 1 — ST-T toʻlqinida anomaliya mavjud; 2 — Estes mezonlari boʻyicha chap qorincha gipertrofiyasi ehtimoli.
8	Yurak urish tezligi	Erishilgan maksimal yurak urish tezligi.
9	Angina	Jismoniy mashqlar natijasida yuzaga kelgan angina: 1 — ha; 0 — yoʻq.
10	ST depressiyasi	Jismoniy mashqlar natijasida yuzaga kelgan ST depressiyasi darajasi.
11	ST segmenti	Maksimal jismoniy yuklama paytidagi ST segmentining qiyaligi: 0 — yuqoriga; 1 — tekis; 2 — pastga.
12	Yirik qon tomirlari soni	Flyuoroskopiya yordamida boʻyalgan asosiy qon tomirlari soni (0–3).
13	Talassemiya	Talassemiya holati: 0 — maʼlumot yoʻq; 1 — normal qon oqimi; 2 — ruxsat etilgan nuqson; 3 — qaytariladigan nuqson.
14	Maqsadli oʻzgaruvchi	Bashorat qilinuvchi oʻzgaruvchi: 1 — kasallik mavjud; 0 — kasallik mavjud emas.

3.2. Modelni ishlab chiqish

Adabiyotlar tahlilining chuqur oʻrganilishi tadqiqotning eng muhim bosqichlaridan biri — modelni ishlab chiqish jarayonini shakllantirishga asos boʻldi. Mazkur bosqichda yurak-qon tomir va serebrovaskulyar kasalliklarni bashorat qilish uchun yettita asosiy mashinali oʻqitish algoritmidan foydalanildi. Jumladan, logistik regressiya (Logistic Regression), konvolyutsion neyron tarmogʻi (CNN), tayanch vektorlar usuli (Support Vector Machine — SVM), Gradient Boosting, K-eng yaqin qoʻshnilar algoritmi (K-Nearest Neighbors — KNN), XGBoost hamda Random Forest modellari qoʻllanildi.

Har bir algoritm Scikit-learn va Keras kutubxonalari imkoniyatlaridan foydalangan holda ishlab chiqildi hamda yurak-qon tomir kasalliklarini tahlil qilish va bashorat qilish jarayonida oʻzining individual xususiyatlari bilan ishtirok etdi. Mazkur modellar yordamida kasalliklarni aniqlash aniqligi, barqarorligi va umumlashtirish qobiliyati qiyosiy tahlil qilindi.

3.3. Modelni baholash

Modelni baholash mashinali oʻqitish jarayonining muhim bosqichlaridan biri boʻlib, u oʻqitilgan modellarning natijalarni qanchalik aniq bashorat qilishini baholashga xizmat qiladi. Ushbu bosqich modellarni yangi maʼlumotlarga moslashtirish samaradorligini aniqlash hamda ularni amaliyotga joriy etish va takomillashtirish boʻyicha ilmiy asoslangan xulosalar chiqarish imkonini beradi.

Tadqiqotni kompleks baholash maqsadida quyidagi asosiy usullar va metrikalardan foydalanildi.

Xatolar matritsasi (Confusion Matrix)

Xatolar matritsasi modelning bashorat natijalarini toʻrtta asosiy kategoriya boʻyicha tahlil qilish imkonini beradi

TP (True Positive) — toʻgʻri musbat natija, yaʼni kasal bemorni toʻgʻri aniqlash;
TN (True Negative) — toʻgʻri manfiy natija, yaʼni sogʻlom bemorni toʻgʻri aniqlash;
FP (False Positive) — notoʻgʻri musbat natija, yaʼni sogʻlom bemorni kasal deb baholash;
FN (False Negative) — notoʻgʻri manfiy natija, yaʼni kasal bemorni sogʻlom deb baholash.

Mazkur koʻrsatkichlar asosida model samaradorligini baholovchi asosiy metrikalar hisoblandi.

1. Umumiy aniqlik (Accuracy)

Umumiy aniqlik modeli barcha maʼlumotlar ichida nechta holatni toʻgʻri bashorat qilganini koʻrsatadi.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \quad (1)$$

2. Precision (Aniqlik darajasi)

Precision modeli “kasallik mavjud” deb bashorat qilingan holatlarning qanchasi haqiqatan ham kasal ekanligini ifodalaydi.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

3. Recall (Toʻliqlik yoki sezgirlik)

Recall ko‘rsatkichi haqiqatan kasal bo‘lgan bemorlarning qanchasi model tomonidan to‘g‘ri aniqlanganini ko‘rsatadi. Ushbu metrika tibbiyot sohasida eng muhim ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi.

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \qquad (3)$$

4. F1-o‘lchov (F1-Score)

F1-o‘lchov Precision va Recall ko‘rsatkichlarining garmonik o‘rtacha qiymatini ifodalaydi hamda ushbu ikki metrika o‘rtasidagi muvozanatni baholaydi.

$$F1 = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \qquad (4)$$

Giperparametrlarni sozlash

Model samaradorligini yanada oshirish maqsadida giperparametrlarni optimallashtirish usullaridan foydalanildi. Jumladan, GridSearch texnikasi yordamida model parametrlarining optimal kombinatsiyalari aniqlanib, bashorat aniqligi va model barqarorligini yaxshilashga erishildi.

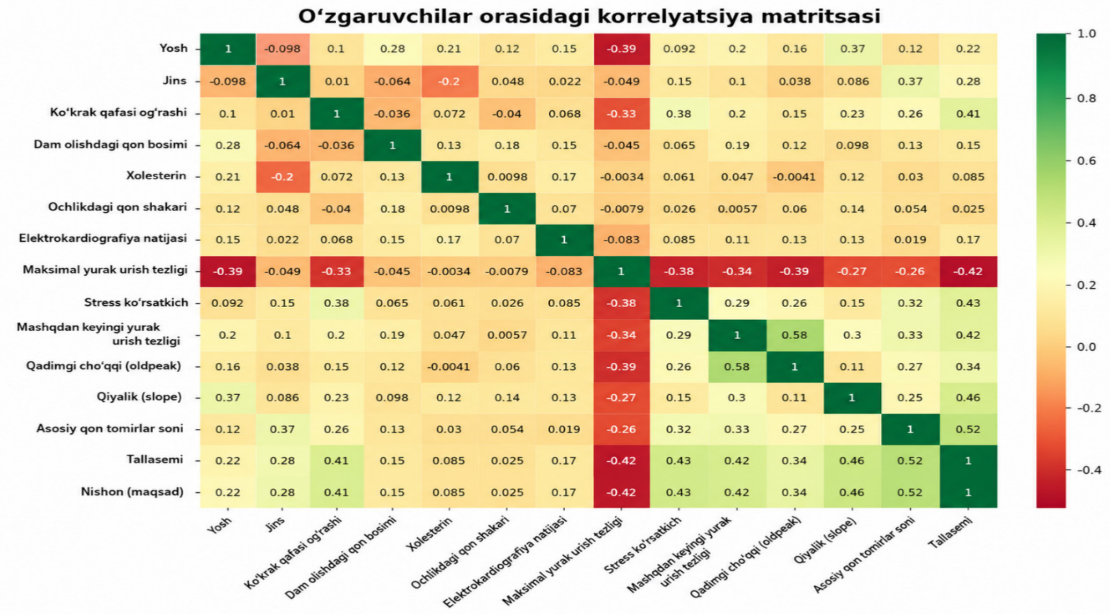
TAHLIL VA NATIJALAR

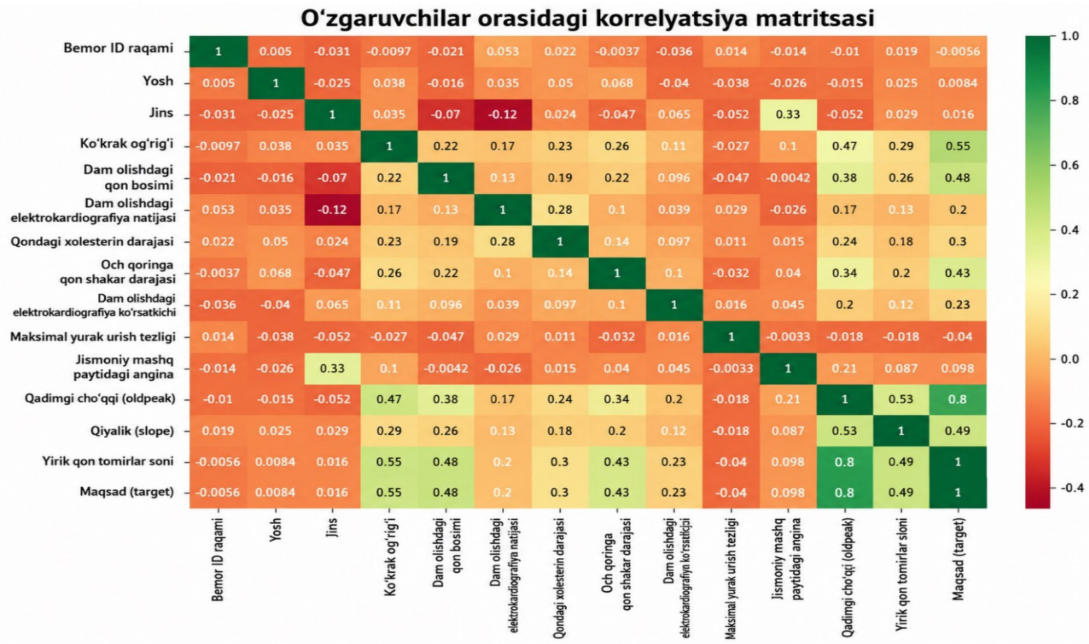
Ushbu bo‘limda Python dasturlash tilidan foydalangan holda ikkita alohida ma’lumotlar to‘plami — “Cardiovascular Heart Disease Dataset” hamda “Heart Disease Cleveland Dataset” asosida yurak kasalliklarini bashorat qilish uchun ishlab chiqilgan mashinali o‘qitish modellarining batafsil tahlili keltiriladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi an’anaviy jadval ko‘rinishidagi ma’lumotlar to‘plamlari uchun eng samarali bashoratlash modelini aniqlashdan iborat.

Dastlab, 2-rasmda ko‘rsatilganidek, korrelyatsiya matritsasining issiqlik xaritasi (heatmap) shakllantirildi. Mazkur issiqlik xaritasi ma’lumotlar to‘plamidagi turli atributlar o‘rtasidagi korrelyatsiya koeffitsiyentlarini hisoblash va ularni grafik ko‘rinishda tasvirlash imkonini beradi. Ushbu yondashuvning asosiy maqsadi atributlar o‘rtasidagi bog‘liqliklarni vizual tarzda tahlil qilishni yengillashtirishdan iborat.

Issiqlik xaritasida musbat korrelyatsiyalar yashil rang tuslari orqali, manfiy korrelyatsiyalar esa qizil rang orqali ifodalangan. Mazkur vizual tahlil maqsadli o‘zgaruvchi bilan eng yuqori korrelyatsiyaga ega atributlarni aniqlashga xizmat qiladi hamda ularning yurak-qon tomir kasalliklari mavjudligi yoki mavjud emasligiga ta’sir darajasini baholash imkonini beradi.

Shuningdek, issiqlik xaritasining chap qismida “Cardiovascular Heart Disease Dataset”, o‘ng qismida esa “Heart Disease Cleveland Dataset” ma’lumotlar to‘plamiga oid natijalar keltirilgan (2-rasm).





2-rasm. Ma’lumotlar to‘plami belgilarining issiqlik xaritasi taqsimoti

4.1. K-Nearest Neighbors (KNN) algoritmi natijalari

Tahlil jarayoni K-Nearest Neighbors (KNN) algoritmini turli “k” qiymatlari asosida qo‘llash orqali boshlandi. Mazkur algoritmda “k” qiymati bashorat qilish jarayonida hisobga olinadigan eng yaqin qo‘shnilar sonini ifodalaydi. Tadqiqot davomida kross-validatsiya usulidan foydalanilib, har bir “k” qiymati uchun samaradorlik ballari hisoblab chiqildi. Natijalar asosida “k = 7” qiymati eng yuqori o‘rtacha kross-validatsiya natijasini bergani aniqlandi. Ushbu holat KNN algoritmini “k = 7” parametri bilan qo‘llash yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatadi.

3–4-jadvallarda keltirilgan natijalarga ko‘ra, mazkur model birinchi va ikkinchi ma’lumotlar to‘plamlarida mos ravishda 96,50 % hamda 91,80 % umumiy aniqlik ko‘rsatkichiga erishdi. Ushbu natijalar model bashoratlarining yuqori darajada ishonchli ekanligini tasdiqlaydi.

Bundan tashqari, model samaradorligini maksimal darajaga yetkazish maqsadida giperparametrlarni optimallashtirish ishlari amalga oshirildi. Natijalarga ko‘ra, modelning aniqlik darajasi (Precision) birinchi va ikkinchi ma’lumotlar to‘plamlarida mos ravishda 96,61 % va 96,55 % ni tashkil etdi. Ushbu ko‘rsatkich model tomonidan “ijobiy” deb bashorat qilingan holatlarning aksariyati haqiqatan ham ijobiy ekanligini anglatadi.

Shuningdek, sezgirlik (Recall) ko‘rsatkichi birinchi ma’lumotlar to‘plamida 97,44 %, ikkinchi ma’lumotlar to‘plamida esa 87,50 % ni tashkil etdi. Mazkur natijalar modelning haqiqiy kasallik holatlarini aniqlash qobiliyati yuqori ekanligini ko‘rsatadi.

F1-ko‘rsatkich qiymati esa mos ravishda 97,02 % va 91,80 % ga teng bo‘lib, Precision va Recall ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi muvozanat yuqori darajada ta’minlanganini anglatadi. Umuman olganda, ushbu metrikalar KNN modelining yurak-qon tomir kasalliklarini bashorat qilishda samarali va barqaror ishlashini tasdiqlaydi (3-jadval).

3-jadval
Aniqlik (Precision) ko‘rsatkichlari natijalari
(Model ijobiy deb bashorat qilgan natijalar ichida haqiqatan ham ijobiy bo‘lgan holatlar ulushini ko‘rsatadi)

Klassifikatsiya modeli	1-ma’lumotlar to‘plami	2-ma’lumotlar to‘plami
KNN	96,50 %	96,55 %
RF	98,63 %	94,44 %
LR	96,55 %	93,10 %
GB	99,13 %	90,00 %
SVM	95,00 %	80,65 %
CNN	99,14 %	87,50 %
XGBoost	99,14 %	90,00 %

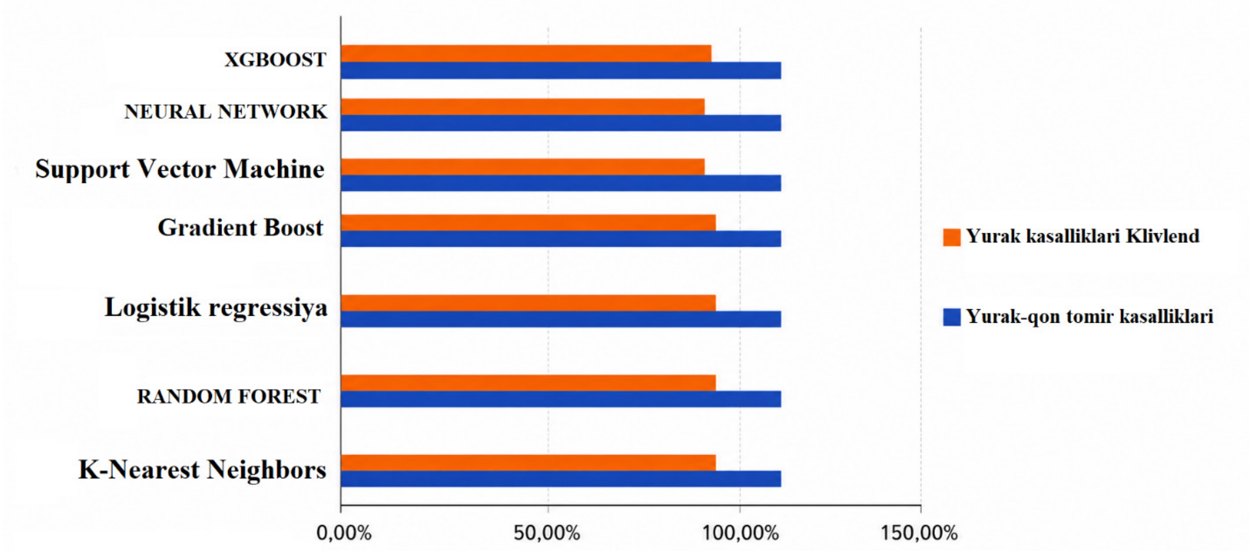
4-jadval
To'liqlik (Recall) ko'rsatkichlari natijalari
(Model barcha mavjud ijobiy holatlarning qanchasini to'g'ri aniqlay olganini ko'rsatadi)

Klassifikatsiya modeli	1-ma'lumotlar to'plami	2-ma'lumotlar to'plami
KNN	97,44 %	87,50 %
RF	98,97 %	85,61 %
LR	95,73 %	84,38 %
GB	97,44 %	84,38 %
SVM	97,44 %	78,12 %
CNN	98,29 %	89,77 %
XGBoost	98,29 %	84,38 %

Eksperimental natijalar 3–4-jadvallar hamda 3-rasmda keltirilgan. O'tkazilgan tahlillar mashinali o'qitish modellarining, ayniqsa XGBoost va K-Eng yaqin qo'shnilar (KNN) algoritmlarining yurak kasalliklarini bashorat qilish jarayonida yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatdi.

Natijalar shuni tasdiqlaydiki, XGBoost modeli aniqlik, sezgirlik va umumiy barqarorlik ko'rsatkichlari bo'yicha boshqa modellar orasida eng yuqori natijalardan birini namoyon etdi. KNN algoritmi ham ma'lumotlar to'plamlarida yuqori samaradorlikni qayd etib, yurak-qon tomir kasalliklarini aniqlashda ishonchli klassifikatsiya modeli sifatida o'zini ko'rsatdi.

Mazkur natijalar Zhang va hammualliflar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar [8] bilan mos keladi hamda yurak kasalliklarini bashorat qilish sohasida XGBoost algoritmining samaradorligini yana bir bor tasdiqlaydi. Umuman olganda, tadqiqot natijalari mashinali o'qitish texnologiyalarining tibbiy diagnostika tizimlarida qo'llanilishi kasalliklarni erta aniqlash va tashxislash aniqligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etishini ko'rsatadi (3-rasm).



3-rasm. Har ikkala ma'lumotlar to'plami bo'yicha mashinali o'qitish modellarining aniqlik ko'rsatkichlari

Har ikkala ma'lumotlar to'plamida ham qo'llanilgan modellar barqaror va yuqori samaradorlikni namoyon etib, yurak kasalliklarini bashorat qilishdagi natijadorligini tasdiqladi. Xususan, XGBoost modeli "Cardiovascular Heart Disease" ma'lumotlar to'plamida 98,50 % aniqlik ko'rsatkichi bilan eng yuqori natijalardan birini qayd etdi. Shuningdek, K-Eng yaqin qo'shnilar (KNN) modeli "Heart Disease Cleveland" ma'lumotlar to'plamida 91,80 % aniqlik darajasiga erishib, yuqori samaradorlikni namoyon etdi.

Aniqlik ko'rsatkichlarining yuqori bo'lishi modellarning ishonchliligini tasdiqlaydi hamda ularning yurak-qon tomir kasalliklarini tashxislashda samarali vosita sifatida qo'llanish imkoniyatini ko'rsatadi. Sog'liqni saqlash tizimida muhim ahamiyatga ega bo'lgan aniqlik darajasi modellar tomonidan yurak kasalligi holatlarini qanchalik to'g'ri aniqlash mumkinligini ifodalaydi.

Tahlil natijalariga ko'ra, XGBoost modeli 99,14 % aniqlik darajasi bilan yetakchi natijani ko'rsatdi. KNN modeli esa 96,55 % ko'rsatkich bilan undan keyingi o'rinni egalladi. Ushbu yuqori natijalar noto'g'ri ijobiy tashxislar sonini kamaytirishga hamda bemorlarning asossiz xavotirlanishining oldini olishga xizmat qiladi.

Bundan tashqari, aniqlik (Precision) va sezgirlik (Recall) oʻrtasidagi muvozanatni ifodalovchi F1-koʻrsatkich ham XGBoost modelining yuqori samaradorligini tasdiqladi. Mazkur model ijobiy holatlarni oʻtkazib yuborish xavfini minimallashtirish bilan birga, kasalliklarni aniqlashda yuqori natijalarni namoyon etdi. Jumladan, model birinchi va ikkinchi maʼlumotlar toʻplamlarida mos ravishda 98,71 % va 91,80 % F1-koʻrsatkichlariga erishib, Precision va Recall oʻrtasidagi muvozanatni samarali taʼminlay olishini koʻrsatdi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Model tanlashning keng koʻlamli yondashuvlari hamda ularning yurak kasalliklarini bashorat qilishdagi ahamiyatini tahlil qilish natijasida muhim ilmiy xulosalarga erishildi. Tadqiq etilgan modellar orasida K-Eng yaqin qoʻshnilar (KNN) va XGBoost algoritmlari har ikkala maʼlumotlar toʻplamida ham yuqori samaradorlikni namoyon etib, yetakchi modellar sifatida ajralib turdi. Mazkur algoritmlar yuqori aniqlik (Accuracy), aniqlik darajasi (Precision) hamda toʻliqlik (Recall) koʻrsatkichlariga erishib, yurak-qon tomir kasalliklarini ishonchli tarzda tasniflash imkoniyatiga ega ekanligini koʻrsatdi.

Tadqiqot natijalari mashinali oʻqitish va sunʼiy intellekt texnologiyalarining tibbiyot sohasida, ayniqsa yurak-qon tomir kasalliklarini erta aniqlash va tashxislash jarayonlarida katta salohiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi. Xususan, XGBoost modelining yuqori samaradorlik koʻrsatkichlari uni yurak kasalliklarini bashorat qilishda eng istiqbolli algoritmlardan biri sifatida baholash imkonini beradi.

Kelgusida ushbu tadqiqotni yanada rivojlantirish maqsadida tibbiy tasvirlar (medical imaging) asosidagi maʼlumotlar toʻplamlarini tadqiqot jarayoniga integratsiya qilish muhim ilmiy istiqbollardan biri hisoblanadi. Mazkur yondashuv tasvirlarga asoslangan yurak kasalliklarini bashorat qilish tizimlarining aniqligi, ishonchliligi va barqarorligini yanada oshirish imkonini beradi. Shuningdek, bir nechta algoritmlarning ustun jihatlarini uygʻunlashtiruvchi ansambl modellarini (ensemble models) qoʻllash bashoratlash samaradorligini takomillashtirish, diagnostika aniqligini oshirish hamda tibbiy qaror qabul qilish jarayonlarini qoʻllab-quvvatlashda istiqbolli va samarali yoʻnalishlardan biri sifatida baholanadi.

Mazkur ish xorijiy ilmiy manbalar asosida tayyorlangan tahliliy-adabiy sharh hisoblanadi. Maqolada yurak-qon tomir kasalliklarini sunʼiy intellekt va mashinali oʻqitish algoritmlari yordamida erta aniqlash boʻyicha olib borilgan zamonaviy ilmiy tadqiqotlar tahlil qilindi. Xorijiy ilmiy manbalar asosida KNN, SVM, CNN, Random Forest, Gradient Boost hamda XGBoost algoritmlarining samaradorligi oʻrganilib, ularning tibbiyot sohasidagi qoʻllanilish imkoniyatlari yoritildi. Bundan tashqari, mavjud ilmiy tadqiqotlar natijalari qiyosiy tahlil qilinib, yurak-qon tomir kasalliklarini bashorat qilishda samarali yondashuvlar aniqlandi.

Mualliflar fikriga koʻra, Oʻzbekiston tibbiyot muassasalarida yurak kasalliklarini erta aniqlash tizimlariga XGBoost va Random Forest modellarini integratsiya qilish diagnostika aniqligini oshirish hamda tashxislash samaradorligini yanada takomillashtirishga xizmat qilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROʻYXATI

1. El Naqa, I., & Murphy, M. J. *What Is Machine Learning?* Springer — Berlin/Heidelberg, Germany, 2015. — B. 3–11.
2. Sharean, T. M. A. M., & Johncy, G. Deep learning models on heart disease estimation — a review // *Journal of Artificial Intelligence*. — 2022. — Vol. 4. — B. 122–130.
3. Bhardwaj, R., Nambiar, A. R., & Dutta, D. A study of machine learning in healthcare // Proceedings of the 2017 IEEE 41st Annual Conference. — IEEE, 2017.
4. Mohan, S., Thirumalai, C., & Srivastava, G. Effective heart disease prediction using hybrid machine learning techniques // *IEEE Access*. — 2019. — Vol. 7. — B. 81542–81554.
5. Singh, A., & Kumar, R. Heart disease prediction using machine learning algorithms // Proceedings of the 2020 International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICE3). — Gorakhpur, India, 14–15-fevral 2020-yil. — IEEE, 2020. — B. 452–457.
6. Amiri, A. M., & Armano, G. Heart sound analysis for diagnosis of heart diseases in newborns // *APCBEE Procedia*. — 2013. — Vol. 7. — B. 109–116.
7. Liu, M., & Kim, Y. Classification of heart diseases based on ECG signals using long short-term memory // Proceedings of the 2018 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). — Honolulu, HI, USA, 18–21-July 2018. — IEEE, 2018. — B. 2707–2710.
8. Zhang, S., Yuan, Y., Yao, Z., Wang, X., & Lei, Z. Improvement of the performance of models for predicting coronary artery disease based on XGBoost algorithm and feature processing technology // *Electronics*. — 2022. — Vol. 11. — Article 315.

muhandislik
& iqtisodiyot
ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta’limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov
Musahhih: Zokir Alibekov
Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 5

© Materiallar ko‘chirib bosilganda “Muhandislik va iqtisodiyot” jurnali manba sifatida ko‘rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma’sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

“Muhandislik va iqtisodiyot” jurnali 26.06.2023-yildan
O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S–5669245 reyestr raqami tartibi bo‘yicha ro‘yxatdan o‘tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

**Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy**

+998 93 718 40 07 https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal t.me/yait_2100