

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

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

2026-YIL

IYUL/7-SON, I-QISM



Milliy nashrlar

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

05.00.00 - Texnika fanlari

08.00.00 - Iqtisodiyot fanlar



Google
Scholar

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
KONINKHET + SO. FITESSCANDINA



muhandislik & iqtisodiyot

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

Elektron nashr, 2026-yil, iyul.

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 Kalendar 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 modellash
- 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 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya 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

MILLIY GVARDIYA TIZIMIDA HARBIY XIZMATCHILARNI KIYIM-KECHAK BILAN TA'MINLASH TIZIMINING NAZARIY ASOSLARI	10
Omonov Usmonqul Raxmonqul o'g'li FOND BOZORLARIGA XORIJIY KAPITALNI JALB QILISH: ZAMONAVIY YONDASHUVLAR VA RIVOJLANISH IMKONIYATLARI	17
Yusupova Jamila Karamatdinovna AXBOROT KOMMUNIKATSIYA XIZMATLARINING TASHKLIY-HUQUQIY VA ILMIY NAZARIY MASALALARI	21
Rajaboyev Shahboz Shodi o'g'li PUL MABLAG'LARI HISOBINI MOLIVAVIY HISOBOTNING XALQARO STANDARTLARIGA O'TKAZISHNING DOLZARB MASALALARI	26
Eshonqulov Akmal Qudratovich XORAZM VILOYATINING IJOBIY IMIJINI OSHIRISHDA HUDUDIIY MARKETING STRATEGIYALARINI ISHLAB CHIQISH	34
Ibadullayev Dilshad Ibragimovich OROL BO'YI MINTAQASIDA QISHLOQ XO'JALIGI VA TURIZMNI YASHIL MOLIVALASHTIRISH VA INVESTITSIIYA MEXANIZMLARI: BARQAROR RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI	40
Akramova Feruza ATMOSFERA HAVOSI MONITORINGIDA IOT SENSORLARI O'LCHASH NATIJALARINING METROLOGIK ISHONCHLILIGINI BAHOLASH VA OSHIRISH METODOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH	52
Sobirov Anvarjon, Melibayev Maxmudjan BANK VA KREDIT MUASSASALARINING RIVOJLANISH TENDENSIYALARINI TREND MODELLARI YORDAMIDA TAHLIL QILISH VA PROGNOZLASH USULLARI	59
Nazarov Elbek PHYSALIS ALKEKENGII O'SIMLIGIDAN FLAVONOIDLARNI AJRATIB OLISHNING BIOTEXNOLOGIK USULLARI VA JARAYON PARAMETRLARINI OPTIMALLASHTIRISH	66
Xidirova Saboxat Baxrillayevna ЧИСЛЕННАЯ ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ЗОН КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ В МАССИВЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ВЛИЯНИИ ПРОЦЕССОВ ДОБЫЧИ В УСЛОВИЯХ РУДНИКА «КЫЗЫЛ-АЛМА»	70
Салямова Клара, Меликулов Абдусаттар, Уралбаев Абдукахар, Бакиров Гайрат, Зухритдинов Давронбек XUSUSIIY TA'LIM SOHASIDA MALAKALI KADRLAR NOMUTANOSIBLIGI, IT MUTAXASSISLARINING YETISHMASLIGI VA ISHSIZLIKNING TA'LIM SIFATI HAMDA BARQARORLIGIGA TA'SIRI: ILG'OR XORIJ TAJIRIBASI VA UNING O'ZBEKISTON AMALIYOTIGA TATBIQ ETILISHI	77
Raxmatxo'jayev Axrolxo'ja Akmal o'g'li SAND-PARTICLE-INDUCED LEADING-EDGE EROSION AND ITS IMPACT ON WIND TURBINE BLADES: A REVIEW	82
Normamatov A. A. IPAKCHILIK KLASSTERLARI UCHUN INVESTITSION BOSHQARUV MODELINI ASOSLASH	87
Elboyeva Shaxzoda Olimovna KICHIK VA O'RTA BIZNES SAMARADORLIGINI EKONOMETRIK USULLARDA TAHLIL QILISH METODOLOGIYASI	94
Nazarov Nazar G'ulom o'g'li OLIIY TA'LIM MUASSASALARI BOSHQARUV FAOLIYATINI RAQAMLASHTIRISHNING AHAMIYATI	101
Usmanov Sarvar Nigmatovich	



РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО МНОГОЗОНАЛЬНОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ FUZZY-PID ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАВНОМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ В ПРОЦЕССЕ УВЛАЖНЕНИЯ ЗЕРНА.....	107
Камариддинов Шохрух Акмал угли	
SANOAT KLASSTERLARIDA "SANOAT 4.0" TECHNOLOGIYALARINI JORIY ETISH VA HAMKORLIK MODELLARI	113
Mamadaliyev Anazxon Ziyodillayevich	
SAND-PARTICLE-INDUCED LEADING-EDGE EROSION AND ITS IMPACT ON WIND TURBINE BLADES: A REVIEW	119
Normamatov A. A.	
YOSHLARDA EKOLOGIK MADANIYATNI SHAKLLANTIRISHNING NAZARIY VA AMALIY ASOSLARI.....	124
Xudoyberdiyev Norbek Komiljon o'g'li	
HUDUDIIY TURIZMDA XALQARO ESG MEZONLARINI MILLIY SHAROITGA MOSLASHTIRISH YO'NALISHLARI	128
Maxmudova Nodira Uktamovna	
EVALUATION OF TECHNOLOGICAL LOSSES OF HYDROCARBONS OF LIGHT FRACTIONS IN THE PROCESSES OF COLLECTION AND PRIMARY TREATMENT AT THE MUBARAK FIELDS OF OGPD.....	134
Norqulov Shohbozbek Samandar ugli	
АНАЛИЗ СИСТЕМЫ КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ УЗБЕКИСТАНА.....	140
Жумадуллаева Дурдона Шухрат кизи	
XUSUSIY TA'LIM SOHASIDA MALAKALI KADRLAR NOMUTANOSIBLIGI TA'LIMNING SIFAT VA USTUVORLIGIGA TA'SIRI VA UNI TA'MINLASH YO'LLARI	145
Raxmatxo'jayev Axrolxo'ja Akmal o'g'li	
O'ZBEKISTONDA TOVAR YETKAZIB BERISH ZANJIRI ISHTIROKCHILARI FAOLIYATI VA BOJXONA NAZORATI TIZIMINING ZAMONAVIY HOLATI TAHLILI.....	150
Kilichov Nazar Bafoyevich	
HUDUDLARDA TURIZM XIZMATLARINI RIVOJLANTIRISHNING AHOLI DAROMADLARI VA BANDLIGIGA TA'SIRINING TAHLILI	157
Abdurayimov O'ktam Abdug'ani o'g'li	
GAZNI QAYTA ISHLASH KORXONALARIDA BARQAROR RIVOJLANISH HOLATINING IQTISODIY TAHLILI VA BAHOLASH	164
Kudratkhodjaeva Ziyoda Kamol qizi	
COMPETITION IN THE INFORMATION MARKET: MONOPOLY TRENDS AND THE DIGITAL PLATFORM ECONOMY.....	169
Mo'ydinjonova Durdonaxon, Ismanov Ibrohim	
BOZOR INFRATUZILMASINING IQTISODIY MAZMUNI VA KICHIK BIZNES RIVOJIDAGI AHAMIYATI	174
Ganiyev Botir Baxtiyorovich	
MAGNIY VA KALSIY ELEMENTLARINI O'RGATISHDA O'QUVCHILARDA 4K KO'NIKMALARINI SHAKLLANTIRISH	178
Esnazarov Abdiganij Jamalatdinovich	
DATA-DRIVEN STRATEGIK MENEJMENT: MA'LUMOTLARGA ASOSLANGAN BOSHQARUVNING ZAMONAVIY KORXONALAR RIVOJLANISHIDAGI AHAMIYATI	184
Baymuradov Shoxrux, Dilmurodov Komiljon	
YASHIL BUXGALTERIYA (GREEN ACCOUNTING) VA ESG HISOBOTLARI: RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA BARQAROR RIVOJLANISHNING STRATEGIK VOSITALARI	190
Nematullayev Hamidullo, Bo'stonova Nilufar	
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ ФИНАНСОВЫХ УСЛУГ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ	196
Нуралиева Мукаддас Мамуровна	



AGROSANOAT MAJMUASIDA INVESTISIYALARDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH, OZIQ-OVQAT XAVFSIZLIGINI TA'MINLASH VA MUSTAHKAMLASH MASALALARI	201
Xakimov Rashid	
TADBIRKORLIKDA RAQAMLI TRANSFORMATSIYANING IQTISODIY SAMARALARI	206
Salohiddinov Zuhridin Nuriddinjon o'g'li	
XIZMAT KO'RSATISH KORXONALARIDA AXBOROT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH HOLATINI TAHLIL QILISH	212
Achilova Firuza, Zohidov Jamshid	
NAMANGAN VILOYATINING BOSHQA HUDUDLAR BILAN TOVAR VA XIZMATLAR AYLANMASI HAMDA IQTISODIY ALOQALARINING HOZIRGI HOLATI VA RIVOJLANISH TENDENSIYALARI	217
Sattarov R.A.	
ОПТИМАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ РЕСУРСОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ	222
Hurmurodov Kamoliddin Pirmamatovich	
OPTIK ABONENT KIRISH TARMOG'INING XIZMATLARI SAMARADORLIGI	230
Uskenbayeva Dilfuza Shuxrat qizi	
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA AHOLI DEMOGRAFIK JARAYONLARINI IFODALOVCHI KO'RSATKICHLARNI EKONOMETRIK MODELLARINI TUZISH VA PROGNOZLASH	235
Siroj Zarina Rustambekovna	
QISHLOQ XO'JALIGINI RIVOJLANTIRISHDA AGROKLASTERLARNING O'RNI VA AHAMIYATI	242
Berdiyev Abdumalik Hakimovich	
HUNARMANDCHILIK KLASSTERLARI BO'YICHA XORIJIY TAJRIBA: TURKIYA, MAROKASH VA FRANSIYA MODELLARINING QIYOSIY TAHLILI	249
Yaxshiliqov Sardor Rustam o'g'li	
BANK TIZIMIDA LIKVIDLILIK VA KAPITAL YETARLILIGI RISKLARINI BOSHQARISH MASALALARI ...	255
Qurbonov Ilhom Jumaqulovich	
O'ZBEKISTON QISHLOQ HUDUDLARIDA AYOLLAR TADBIRKORLIGINI RIVOJLANTIRISHNING INSTITUTSIONAL OMILLARI	258
Saidakbarova Ziyoda Doniyor qizi	
BIOLOGIK AKTIVLARNI HAQQONIQIY QIYMATDA BAHOLASHNING KO'P OMILLI MODEL ...	266
Akhmetova Salima Seytovna	
OZIQ-OVQAT SANOATI KORXONALARIDA ISHLAB CHIQARISH SALOHİYATINI BOSHQARISHNING NAZARIY - USLUBIY JIHLTLARI	272
Gulmatov Sunnatillo Nurillayevich	
YASHIL INVESTITSİYALAR MINTAQQA IQTISODIYOTINI BARQAROR DIVERSIFIKATSİYALASH VOSITASI SIFATIDA	281
To'xtayev Maqsud Mansurovich	
TIJORAT BANKLARI O'RTASIDAGI RAQOBAT DARAJASINING STATISTIK VA EKONOMETRIK BAHOSI: RAQOBAT VA MOLİYAVIY BARQARORLIK O'RTASIDAGI BOG'LIQLIK	287
Qulmetov Mansurbek Ro'zmatovich	
O'ZBEKISTONDA QO'SHILGAN QIYMAT SOLIG'I MA'MURIYATCHILIGINI RIVOJLANISH QONUNIYATLARI VA UNDAGI TIZIMLI MUAMMOLAR TAHLILI	294
Turdaliyev Eldor Sho'xratjon o'g'li	
TIJORAT BANKLARIDA DAROMAD MANBALARI INDEKSI VA UNING RENTABELLIGIGA TA'SIRI	300
Ahmedov Komron Muhammad-Alievich	
KORPORATIV BOSHQARUV MEXANIZMLARINING ISHLASH TAMOIYILLARI VA ULARNI QURILISH KORXONALARI AMALIYOTIGA JORIY ETISH MASALALARI	308
G'iyosov Ilxom Karimovich	
ECONOMIC STRUCTURE AND DEVELOPMENT PRIORITIES FOR STRENGTHENING INTERREGIONAL ECONOMIC COOPERATION: EVIDENCE FROM NAMANGAN REGION	316
Sattarov R.A.	



UY-JOY BOZORIDA BIRLAMCHI VA IKKILAMCHI SEGMENTLAR O'RTASIDAGI NARX TAFOVUTLARI VA ULARNI SHAKLLANTIRUVCHI OMILLARNING IQTISODIY TAHLILI	322
Sadikova Dildora Abdulla qizi	
TABIY RESURLAR SAMARADORLIGI VA INSON KAPITALI INTEGRATSIYASINING IQTISODIY O'SISHGA TA'SIRI: O'ZBEKISTON HUDUDLARI MISOLIDA	329
Yusubboyeva Dinora Qudrat qizi	
CHAKANA SAVDODA MAHSULOT TALABINI BASHORATLASH USULLARI	336
Mamatov Narzullo, Baxtiyorova Mohiruy	
SOLIQ AUDITIDAGI XAVF-XATARLARNI TAHLIL QILISH (RISK-ANALIZ) TIZIMI VA BUXGALTERNING HIMOYA TAKTIKASI	343
Nematullayev Hamidullo, Bo'stonova Nilufar	



CHAKANA SAVDODA MAHSULOT TALABINI BASHORATLASH USULLARI

Mamatov Narzullo Solidjonovich

Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti
Texnika fanlari doktori, professor
Email: mamatovnarzullo@gmail.com

Baxtiyorova Mohiruy Sherzod qizi

Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti
stajyor-o'qituvchisi
Email: baxtiyorovamohiruy@gmail.com

Annotatsiya: Chakana savdo tizimlarida mahsulotlarga bo'lgan talabni oldindan aniqlash, zaxira boshqaruvi va marketing qarorlarini samarali tashkil etishda muhim ahamiyatga ega. Mazkur maqolada M5 bashoratlash ma'lumotlar bazasi asosida Walmart do'konlar tarmog'idagi mahsulotlar savdosi tahlil qilinib, har bir mahsulot–do'kon juftligi uchun navbatdagi oy talab darajasini bashoratlash masalasi ko'rib chiqilgan. Kunlik savdo ma'lumotlari oylar bo'yicha agregatsiyalanib, navbatdagi oy uchun talab miqdori o'quv to'plami mediana qiymati asosida yuqori va past talab darajalariga ajratilgan. Tadqiqotda Logistik regressiya, XGBoost, LightGBM, LSTM va ansambl modellari samaradorligi accuracy, precision, recall, F1-score va chalkashlik matritsalarini orqali baholangan. Eng yaxshi natijani gradiyent busting modellari ta'minladi, ya'ni XGBoost va ansambl usullari test to'plamida aniqlik bo'yicha 85 % va F1-macro ko'rsatkichi bo'yicha 83 % natijani ta'minladi. Olingan natijalar mashinali va chuqur o'qitish modellarining mahsulot talab kategoriyalarini aniqlashdagi imkoniyatlari yuqori ekanligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: chakana savdo, talab bashorati, M5 bashoratlash, mashinali o'qitish, chuqur o'qitish, XGBoost, LightGBM, LSTM, ansambl.

Аннотация: Предварительное определение спроса на товары в системах розничной торговли играет важную роль в эффективной организации управления запасами и маркетинговых решений. В данной статье на основе базы данных прогнозирования M5 проводится анализ продаж товаров в сети магазинов Walmart, и рассматривается задача прогнозирования уровня спроса на следующий месяц для каждой пары товар–магазин. Ежедневные данные о продажах агрегировались по месяцам, а объем спроса на следующий месяц разделялся на высокий и низкий уровни на основе медианного значения обучающей выборки. В исследовании оценивалась эффективность моделей логистической регрессии, XGBoost, LightGBM, LSTM и ансамблевых моделей с использованием показателей accuracy, precision, recall, F1-score и матрицы ошибок. Наилучшие результаты обеспечили модели градиентного бустинга - XGBoost и ансамблевые методы достигли точности 85% и показателя F1-макро 83% на тестовой выборке. Полученные результаты свидетельствуют о высоком потенциале моделей машинного и глубокого обучения в определении категорий спроса на товары.

Ключевые слова: розничная торговля, прогнозирование спроса, M5 Forecasting, машинное обучение, глубокое обучение, XGBoost, LightGBM, LSTM, ансамбль.

Abstract: Predicting product demand in retail trade systems plays a crucial role in the effective organization of inventory management and marketing decisions. This paper analyzes product sales in the Walmart store network based on the M5 Forecasting dataset, addressing the problem of predicting the demand level for the next month for each product–store pair. Daily sales data were aggregated by month, and the demand volume for the next month was divided into high and low demand levels based on the median value of the training set. The study evaluated the performance of Logistic Regression, XGBoost, LightGBM, LSTM, and ensemble models using accuracy, precision, recall, F1-score metrics, and confusion matrices. The best results were achieved by gradient boosting models - XGBoost and ensemble methods attained 85% accuracy and an F1-macro score of 83% on the test set. The results demonstrate the high potential of machine learning and deep learning models in identifying product demand categories.

Keywords: retail trade, demand forecasting, M5 Forecasting, machine learning, deep learning, XGBoost, LightGBM, LSTM, ensemble.



KIRISH

Bugungi kunda chakana savdo tizimlarida mahsulotlarga bo'lgan talabni oldindan aniqlash korxonalar faoliyatini samarali tashkil etishning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Talabni to'g'ri bashoratlash mahsulot zaxiralarini optimal boshqarish, logistika xarajatlarini kamaytirish, narx siyosatini shakllantirish hamda mijozlar ehtiyojini o'z vaqtida qondirish imkonini beradi. Talab noto'g'ri baholansa, mahsulotlarning omborda ortiqcha qolib ketishi yoki yetishmovchiligi yuzaga kelishi mumkin. Bu korxoning moliyaviy yo'qotishlariga, sotuv hajmining kamayishiga va mijozlar qoniqishining pasayishiga olib kelishi mumkin [5].

Chakana savdoda talabni bashoratlash masalasi so'nggi yillarda katta hajmli ma'lumotlar, raqamli savdo tizimlari va sun'iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi bilan yanada dolzarb bo'lib bormoqda. Statistik usullar vaqt qatorlaridagi umumiy tendensiya va mavsumiylikni aniqlashda foydali bo'lsa-da, biroq real savdo ma'lumotlarida uchraydigan murakkab, noxiziq bog'lanishlarni, shuningdek, notekis talab va ko'p sonli nol qiymatlarni har doim ham yetarli darajada ifodalay olmaydi [4]. So'nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlarning katta qismida mashinali o'qitish algoritmlaridan foydalanish ko'paymoqda [2, 3, 7]. Jumladan, e-kommers sohasida mijozlar xatti-harakatini tahlil qilish va mijoz chiqib ketishini bashoratlashda ham mashinali o'qitish usullarining yuqori samaradorligi ko'rsatilgan [12, 13, 14].

M5 bashoratlash ma'lumotlar bazasi chakana savdo sohasida talabni bashoratlash bo'yicha ochiq ma'lumotlar to'plamlaridan biridir. 2020-yilda Kaggle platformasida o'tkazilgan M5 musobaqasi doirasida dunyoning eng yirik chakana savdo korporatsiyalaridan biri bo'lgan Walmart korporatsiyasining AQSHdagi o'nta do'koniga oid 2011–2016-yillarni qamrab olgan kunlik savdo ma'lumotlari taqdim etilgan bo'lib, unda 42 840 ta iyerarxik vaqtli qator, jumladan, 30 490 ta eng quyi mahsulot darajasidagi qatorlar mavjud. Bundan tashqari, M5 ma'lumotlar bazasida narx, taqvim, bayramlar, maxsus hodisalar va SNAP (oziq-ovqat yordami dasturi) faoliyati kabi qo'shimcha ma'lumotlar ham mavjud. Bu modellarda talabga ta'sir qiluvchi turli omillarni birgalikda inobatga olish imkonini beradi [4]. M5 ma'lumotlar bazasining yana bir muhim xususiyatlaridan biri bu mahsulot–do'kon darajasidagi qatorlarning notekisligi va to'liq emasligidir. Bu o'rtacha hisobda kunlarning katta qismida savdo nolga teng ekanligini bildiradi [4]. Bu esa talabni bashoratlash masalasini sezilarli darajada murakkablashtiradi va nolga boy ma'lumotlarni samarali qayta ishlovchi usullarni talab qiladi.

Daraxtga asoslangan gradiyent busting LightGBM modeli musobaqada ham aniqlik, ham noaniqlik yo'nalishlarida g'olib bo'lib, u eng yaxshi 10 ta yechimning barchasida qo'llanilgan [5, 6]. XGBoost [8] va LightGBM [9] gradiyent busting modellari asosini Breiman (2001) tomonidan taklif etilgan Random Forest g'oyalari olib [11], jadval ko'rinishidagi, ya'ni satr–ustun strukturasi ega bo'lgan ma'lumotlar bilan ishlashda yuqori samaradorlik ko'rsatgan. LightGBMdagi Tvidi yo'qotish funksiyasi nolga boy talab ma'lumotlari uchun samarali deb topilgan [5, 6]. Shuning uchun mazkur tadqiqotda XGBoost va LightGBM tayanch modellar sifatida olindi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Chakana savdoda talabni bashoratlash bo'yicha tadqiqotlar so'nggi yillarda mashinali o'qitish va chuqur o'qitish usullarining rivojlanishi bilan yanada kengayib bormoqda. Mahamadinova [2] va Seytnazarov [3] tomonidan olib borilgan ishlarda mashinali o'qitish algoritmlarining umumiy tasnifi va bashoratlashdagi qo'llanilishi ko'rib chiqilgan. Mamatov va Madaminjonov [1] sun'iy neyron tarmoqlarining asosiy turlarini tahlil qilib, ularning amaliy imkoniyatlarini ko'rsatgan.

Xalqaro miqyosda esa M5 bashorat musobaqasi chakana savdodagi talabni bashoratlashda eng yirik ochiq tadqiqot platformasiga aylangan. Makridakis va hammualliflari [4, 5] M5 musobaqasini tashkil etish, natijalari va xulosalarini batafsil yoritib, mavjud usullarni qiyosiy tahlil qilgan. Ushbu musobaqada daraxtga asoslangan gradiyent busting modellari, xususan, LightGBM barcha ishtirokchilar orasida eng yuqori natijani ta'minlagan [5, 6]. Janusowski va hammualliflari [6] daraxtga asoslangan bashorat modellarining M5 ma'lumotlar bazasidagi samaradorligini chuqur tahlil qilib, ularning nol qiymatli va notekis talabli ma'lumotlar bilan ishlashdagi afzalliklarini ko'rsatgan.

XGBoost [8] va LightGBM [9] modellari gradiyent busting oilasiga mansub bo'lib, Breiman [11] tomonidan taklif etilgan tasodifiy o'rmon g'oyalari asosida qurilgan va jadval ko'rinishidagi ma'lumotlar bilan ishlashda yuqori samaradorlik ko'rsatgan. Bojer [7] mashinali o'qitishga asoslangan bashorat usullarini tizimli tahlil qilib, ularning amaliy afzalliklari va cheklovlarini aniqlagan.

Chuqur o'qitish sohasida Hochreiter va Schmidhuber [10] tomonidan taklif etilgan LSTM modeli vaqt qatorlaridagi ketma-ket bog'liqliklarni o'rganishga mo'ljallangan va bashorat masalalarida keng qo'llanilgan. Biroq tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, LSTM qisqa ketma-ketliklar va agregatsiyalangan ma'lumotlarda daraxtga asoslangan modellarga nisbatan har doim ham ustunlikni ta'minlay olmaydi [6, 7].

E-kommers sohasida esa Folorunsho va hammualliflari [12] CNN asosidagi chuqur o'qitish modelini mijozlar xarid naqshlarini bashoratlashda qo'llagan. Matuszelański va Kopczewska [13] hamda Marín Díaz va hammualliflari

[14] chakana savdo va B2B modellarida mijoz chiqib ketishini bashoratlashda mashinali o'qitish usullarining samaradorligini isbotlagan.

Mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, M5 ma'lumotlar bazasiga asoslangan tadqiqotlarning aksariyati savdo hajmini aniq son sifatida bashoratlashga qaratilgan. Biroq amaliy qaror qabul qilish nuqtayi nazaridan talabning yo'nalishini — yuqori yoki past ekanligini — aniqlash ko'pincha muhimroq bo'ladi. Bunday ikkilik tasniflash yondashuvi mavjud adabiyotlarda yetarlicha o'rganilmagan bo'lib, mazkur tadqiqot aynan shu bo'shliqni to'ldirish maqsadida amalga oshirilgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotda M5 Forecasting ma'lumotlar bazasidan foydalanilgan bo'lib, u Walmart kompaniyasining AQSHdagi 10 ta do'konida 2011–2016-yillar oralig'ida sotilgan 30 490 ta mahsulotning kunlik savdo hajmini o'z ichiga oladi. To'plam uchta asosiy fayldan, ya'ni kunlik savdo miqdorlari, kalendar va mahsulot narxlaridan iborat. Kunlik savdo ma'lumotlari har bir mahsulot–do'kon juftligi uchun oylik darajaga agregatsiyalandi. Natijada jami 1 829 400 ta kuzatuv shakllantirildi. Ma'lumotlar vaqt bo'yicha uch qismga, ya'ni o'qitish (2011-yil aprel oyidan 2015-yil iyun oyigacha), validatsiya (2015-yil iyul oyidan 2015-yil dekabr oyigacha) va test to'plamlariga (2016-yil yanvar oyidan 2016-yil mart oyigacha) ajratildi. Ma'lumotlarni vaqt bo'yicha bunday ajratish kelajak ma'lumotlarining o'tmishga sizib o'tishining oldini oladi. Har bir mahsulot–do'kon–oy kuzatuv uchun 39 ta belgi shakllantirildi. Barcha belgilar faqat o'tmish davr ma'lumotlaridan hisoblandi. Quyida asosiy belgilar guruhlar va ularning matematik ifodalari keltirilgan.

Kechikish belgilari mahsulotning oldingi oylardagi savdo hajmini ifodalaydi. k oy oldingi savdo hajmi quyidagicha belgilanadi:

$$K_e(t) = S(t - k), k \in \{1, 2, 3, 6, 12\}$$

Bu yerda t – vaqt indeksi, k – kechikish miqdori (necha oy oldingi savdo olinayotganini bildiradi), S_{t-k} – $t - k$ -oydagi jami savdo hajmi. Bunda k ning qiymatlari mos ravishda 1, 3, 6 va 12 oy oldingi savdo hajmlarini ifodalaydi. $k = 12$ mavsumiylikni aniqlash imkonini beradi, ya'ni bir yil oldingi oy savdosi joriy oyning mavsumiy belgilarini aks ettiradi. Barcha kechikish miqdori belgilari to'liq hisoblanishi uchun kamida 12 oylik tarix talab etilgani sababli ma'lumotlar 2011-yil aprel oyidan boshlab olingan.

Siljuvchi oyna xususiyatlari so'nggi w oydagi savdoning o'rtacha qiymati va standart og'ishini ifodalaydi:

$$M_w(t) = \frac{1}{w} \cdot \sum_{i=1}^w S(t - i)$$
$$\sigma_w(t) = \sqrt{\frac{1}{w} \cdot \sum_{i=1}^w (S(t - i) - M_w)^2}$$

bu yerda w oyna o'lchami ($w \in \{3, 6, 12\}$), t joriy oy indeksi, M - siljuvchi o'rtacha, σ - siljuvchi standart

og'ish. Oyna o'lchamini uch xil qiymati (3, 6, 12 oy) mos ravishda qisqa muddatli, o'rta muddatli va uzoq muddatli talab tendensiyasini aks ettiradi. Oyna o'lchamlari qiymatlarida hisoblandi. O'rtacha qiymat talab darajasini, standart og'ish esa talab barqarorligini ifodalaydi.

Trend xususiyatlari savdoni o'sish yoki kamayish yo'nalishini ko'rsatadi:

$$T_3 = K_1 - K_3, T_6 = K_1 - K_6$$

Moment, ya'ni savdo nisbiy tezlanishi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\mu = \frac{K_1 - K_3}{K_3 + \varepsilon}$$

bu yerda ε - nolga bo'linishni oldini oluvchi kichik musbat son ($\varepsilon = 10^{-9}$).

Kechikish nisbati, ya'ni qo'shni davrlar orasidagi nisbiy o'zgarish quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$R = \frac{K_1}{K_k + \varepsilon}, k \in \{2, 6, 12\}$$



bu yerda k — taqqoslash uchun tanlangan kechikish miqdori ($k \in \{2, 6, 12\}$), ε — nolga bo'linishni oldini oluvchi kichik musbat son.

kning har bir qiymati uchun alohida xususiyat hisoblanadi. Bunda joriy oy savdosining 2, 6 va 12 oy oldingisiga nisbati, bu uch xususiyat mos ravishda qisqa, o'rta va uzoq muddatli nisbiy o'zgarishni aks ettiradi.

Variatsiya koeffitsiyenti, ya'ni talab beqarorligi o'lchovi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\gamma = \frac{\sigma}{M + \varepsilon}$$

Barcha nisbiy qiymatlar $[-10, 10]$ oralig'ida cheklandi.

A - oxirgi oy savdosi siljuvchi o'rtachadan yuqori yoki yuqori emasligini ko'rsatadi:

Agar $K_1 > M_w$ bo'lsa, u holda $A_w = 1$, aks holda $A_w = 0$

$$Z = \frac{n}{z}$$

bu yerda z - oydagi nol savdoli kunlar soni, n - oydagi jami kunlar soni, Z - nol savdoli kunlar ulushi.

D - oydagi savdo bo'lgan kunlar soni quyidagicha aniqlanadi:

$$D = n - z$$

A , Z va D xususiyatlari mahsulotning faollik darajasini va talab notekisligini ifodalaydi. Qo'shimcha xususiyatlar sifatida o'rtacha, minimal, maksimal narx, narx o'zgarishi foizi, SNAP yordam ulushi, bayram kunlari ulushi, oy, chorak, yil, bayram oyi va yoz oyi belgilari kabilar olinishi mumkin. Kategorik identifikatorlar esa sonli kodlarga aylantiriladi.

Qo'yilgan masala binar tasniflash masalasi sifatida shakllantirildi. Bunda har bir mahsulot-do'kon juftligi uchun navbatdagi oy talabi yuqori yoki past darajada bo'lishi bashoratlanadi. Chegara sifatida o'qitish to'plamini navbatdagi oy savdo hajmi bo'yicha medianasi olinadi:

$$\theta = \text{median}\{S^*(i) : i \in T\}$$

Agar $S^*(i) > \theta$ bo'lsa, u holda talab yuqori 1, aks holda 0, talab past. Bu yerda i - kuzatuvning navbatdagi oy savdo hajmi.

Median chegarasi tanlanishi tabiiy va muvozanatli ajratishni ta'minlaydi, ya'ni sinflar deyarli teng taqsimlanadi va chegara biznes nuqtayi nazaridan izohlanadi, yuqori talabli mahsulotlar zaxira ustuvorligini talab qiladi. Tadqiqotda klassik mashinali o'qitish va chuqur o'qitish modellari taqqoslandi. Quyida har bir modelning asosiy matematik ifodasi keltirilgan.

Logistic regressiya bu chiziqli bazaviy model bo'lib, u xususiyatlarni chiziqli kombinatsiyasiga sigmoid funksiya orqali ehtimollikka aylantiradi:

$$P(y = 1 | x) = \sigma(w^T x + b) = \frac{1}{1 + e^{-(w^T x + b)}}$$

bu yerda x - xususiyatlar vektori, w - vazn, b - bias. Model log-loss yo'qotish funksiyasini minimallashtirish orqali o'qitiladi:

$$l = -\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N [y_i \cdot \log(p_i) + (1 - y_i) \cdot \log(1 - p_i)]$$

bu yerda ℓ - yo'qotish funksiyasi, y_i - haqiqiy label, p_i - modelning ehtimollik bashorati, N - namunalar soni.

XGBoost va LightGBM - gradiyent busting asosidagi klassik mashinali o'qitish modellari bo'lib, ular qaror daraxtlarini ketma-ket qo'shib, har bir yangi daraxt oldingilari xatosini tuzatuvchi additiv model quradi:

$$\hat{y} = \sum_{k=1}^K f_k(x_i), f_k \in F$$

bu yerda F – daraxtlar fazosi, κ - daraxtlar soni, f_k - k -chi qaror daraxti. Model quyidagi maqsad funksiyasini minimallashtiradi:

$$Obj = \sum l(y_i, \hat{y}) + \sum \Omega(f_k)$$

bu yerda Obj (maqsad funksiyasi) - model minimallashtiradigan umumiy ko'rsatkich, ℓ - yo'qotish funksiyasi (binar uchun log-loss, Ω - daraxt murakkabligini jazolovchi regularizatsiya hadi:

$$\Omega(f) = \gamma T + \frac{1}{2} \lambda \|w\|^2$$

Har bir bosqichda model yo'qotish funksiyasini ikkinchi tartibli Teylor yoyilmasi bo'yicha optimallashtiriladi. LightGBM bargga asoslangan o'sish strategiyasi bilan tezroq ishlaydi.

Modellar giperparametrlari Optuna kutubxonasi yordamida validatsiya to'plamidagi F1-makro ko'rsatkichi bo'yicha optimallashtiriladi.

LSTM - ketma-ketlikni qayta ishlovchi rekurrent neyron tarmoq. Har bir vaqt qadamida u uchta darvoza orqali ma'lumot oqimini boshqaradi:

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f) - \text{unutish darvozasi,}$$

$$i_t^* = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i) - \text{kirish darvozasi,}$$

$$o_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o) - \text{chiqish darvozasi.}$$

Ansambl bir nechta model bashorat ehtimolliklarini vaznli o'rtachalash orqali birlashtiradi:

$$P_{ens}(y|x) = \frac{\sum_m w_m \cdot P_m(y|x)}{\sum_m w_m}$$

bu yerda P_m - m -chi modelning bashorat ehtimolligi, w_m - uni vazni.

Vaznlar validatsiya to'plamidagi F1-makro ko'rsatkichini maksimallashtirish orqali tanlandi. Yakuniy sinf eng yuqori ehtimollikli sinf sifatida belgilanadi:

$$\hat{y} = \arg \max_y P_{ens}(x|y)$$

Tahlil va natijalar

Taklif etilgan yondashuvlar samaradorligini baholash maqsadida M5 ma'lumotlar bazasi asosida mahsulot-do'kon darajasidagi talabni binar tasniflash masalasida hisoblash tajribalari o'tkazildi. Daraxtga asoslangan modellar kechikish, siljuvchi oyna va trend xususiyatlari orqali talab dinamikasini, LSTM esa oylik ketma-ketlikdagi vaqtinchalik bog'liqliklarni aniqlashi bilan tavsiflandi. Modellarni o'qitishda yo'qotish funksiyasi qiymati barqaror kamayib borgani kuzatildi. LightGBM modelida dastlabki 100-iteratsiyada validatsiya to'plamidagi multi_logloss qiymati 0,391815 ga teng bo'lgan bo'lsa, erta to'xtatish mexanizmi ishga tushgan 471-iteratsiyada ushbu qiymat 0,383606 gacha kamaygan. Bu holat model parametrlarining muvaffaqiyatli optimallashtirilganligini va o'qitish jarayonining barqaror kechganligini ko'rsatadi. Modellarning bashoratlash sifati Accuracy, Precision, Recall hamda F1-score mezonlari asosida baholandi. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan bo'lib, unda beshta model va ikkita ansambl variantining test to'plamidagi natijalari keltirilgan. Bunda daraxtga asoslangan gradiyent boosting modellari boshqa yondashuvlardan sezilarli ustunlik ko'rsatdi. XGBoost modeli F1-makro va F1-vaznli ko'rsatkichlari bo'yicha eng yuqori natijani qayd etdi va u umumiy reytingda birinchi o'rinni egalladi. LightGBM unga juda yaqin natija ko'rsatdi, F1-makro, biroq o'qitish vaqti bo'yicha XGBoostdan ortda qoldi (1-jadval).



1-jadval

Modellarni test to'plamidagi taqqoslama natijalari¹

№	Model	Aniqlik(%)	F1-makro (%)	F1-vaznli (%)	O'qitish vaqti (s)
1	XGBoost (Optuna)	85.08	83.32	84.96	14.2
2	Ansambl (vaznli)	85.09	83.26	84.93	
3	LightGBM (Optuna)	84.96	83.26	84.87	32.5
4	Ansambl (teng vaznli)	84.06	81.74	83.71	
5	Logistic Regressiya (SGD)	66.72	49.68	63.07	3.7
6	LSTM (Bidirectional)	49.53	43.86	46.59	387.9

Logistik regressiya bazaviy model sifatida ancha past natija ko'rsatdi, Accuracy, F1-makro, bu masalaning noxiziqli tabiatini va daraxtga asoslangan modellarning ustunligini tasdiqlaydi. LSTM modeli esa eng past natijani qayd etdi, Accuracy, F1-makro, bu deyarli tasodifiy bashorat darajasiga yaqindir.

Ansambl yondashuvi Accuracy bo'yicha eng yuqori qiymatni ko'rsatdi. Bunda past samaradorlikka ega LSTM modelining ansamblga qo'shilishi umumiy natijani sezilarli oshirmadi.

Eng yaxshi model — XGBoostning test to'plamidagi sinflar kesimidagi natijalari 2-jadvalda keltirilgan bo'lib, model har ikki sinfni ham qoniqarli darajada ajratdi, biroq yuqori talab sinfini past talab sinfiga nisbatan aniqroq bashoratladi (2-jadval).

2-jadval

XGBoost modelini test to'plamidagi sinflar bo'yicha ko'rsatkichlari²

Sinf	Precision	Recall	F1-score	Support
Past talab	0.81	0.75	0.78	31 912
Yuqori talab	0.87	0.90	0.89	59 558
Accuracy			0.85	91 470
Makro o'rtacha	0.84	0.83	0.83	91 470
Vaznli o'rtacha	0.85	0.85	0.85	91 470

3-jadvalda XGBoost modelining chalkashlik matritsasi keltirilgan bo'lib, model 24 043 ta past talab va 53 781 ta yuqori talab holatini to'g'ri bashoratladi. Asosiy xato turi past talabni yuqori deb noto'g'ri belgilash bo'lib, bu past talab sinfidagi nisbatan quyi recallni izohlaydi (3-jadval).

3-jadval

XGBoost modeli chalkashlik matritsasi³

	Bashorat: Past	Bashorat: Yuqori
Haqiqiy: Past	24 043	7 869
Haqiqiy: Yuqori	5 777	53 781

XGBoost modeli asosida hisoblangan xususiyatlar ahamiyati 4-jadvalda keltirilgan bo'lib, unda o'tgan oydag savdo hajmi modelning eng kuchli signali bo'lib, umumiy ahamiyatning ini tashkil etadi. Bunda navbatdagi uch oylik siljuvchi o'rtacha va o'tgan oydag savdo kunlari soni muhim o'rin egalladi. Bu natija talabning asosan yaqin o'tmishdagi savdo dinamikasi va mahsulot faolligi bilan belgilanishini ko'rsatadi (4-jadval).

1 Manba: muallif ishlanmasi.

2 Manba: muallif ishlanmasi.

3 Manba: muallif ishlanmasi.

4-jadval
XGBoost modelidagi eng muhim xususiyatlar⁴

Xususiyat	Ahamiyat ulushi
Kechikish	0.647
rolling	0.096
sales_days_lag1	0.059
rolling_std_12	0.027
rolling_mean_12	0.019
zero_ratio_lag1	0.015

Notekislik ko'rsatkichlari, xususan zero_ratio_lag1 va sales_days_lag1, ning yuqori ahamiyatga ega bo'lishi M5 ma'lumotlaridagi intermittent talab xususiyatining tasniflash natijalariga sezilarli ta'sir ko'rsatishini tasdiqlaydi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Ushbu tadqiqotda M5 ma'lumotlar to'plami asosida chakana savdoda mahsulot talab darajasini binar tasniflash masalasi besh xil model — Logistik regressiya, XGBoost, LightGBM, LSTM va gibrid ansambl yordamida qiyosiy tahlil qilindi. Olingan natijalar daraxtga asoslangan gradiyent boosting modellari, xususan, XGBoost boshqa yondashuvlardan sezilarli ustun ekanligini ko'rsatdi. LSTM esa qisqa ketma-ketlik sharoitida kutilgan natijani ta'minlamadi. O'tgan oyda savdo hajmi eng muhim bashoratlovchi omil ekanligi aniqlandi, bu kechikish asosidagi xususiyatlarning amaliy ahamiyatini tasdiqlaydi. Taklif etilgan yondashuv chakana savdo korxonalariga talab yo'nalishini operativ aniqlash va zaxira boshqaruvini takomillashtirish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Маматов Н. С., Мадаминжонов А. Д. (2023). Sun'iy neyron tarmoqlari va ularning asosiy turlari. *Информатика и инженерные технологии*, 1(2), 121–124. <https://doi.org/10.71337/inlibrary.uz.computer-engineering.24944>
2. Мамамадинова Ш. В. Машинали ўқитиш алгоритмлари асосида башорат. *NEWJOURNAL*.
3. Сейтназаров К. К. (2025). Машинали ўқитиш турлари ва уларнинг ўзига хос хусусиятлари. *Zenodo*.
4. Makridakis, S., Spiliotis, E., & Assimakopoulos, V. (2022). The M5 competition: Background, organization, and implementation. *International Journal of Forecasting*, 38(4), 1325–1336. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.07.007>
5. Makridakis, S., Spiliotis, E., & Assimakopoulos, V. (2022). M5 accuracy competition: Results, findings, and conclusions. *International Journal of Forecasting*, 38(4), 1346–1364. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.11.013>
6. Januschowski, T., Wang, Y., Torkkola, K., Erkkilä, T., Hasson, H., & Gasthaus, J. (2022). Forecasting with trees. *International Journal of Forecasting*, 38(4), 1473–1481. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.10.004>
7. Bojer, C. S. (2022). Understanding machine learning-based forecasting methods: A decomposition framework and research opportunities. *International Journal of Forecasting*, 38(4), 1555–1561. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.11.003>
8. Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 785–794). <https://doi.org/10.1145/2939672.2939785>
9. Ke, G., Meng, Q., Finley, T., Wang, T., Chen, W., Ma, W., Ye, Q., & Liu, T. Y. (2017). LightGBM: A highly efficient gradient boosting decision tree. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30.
10. Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural Computation*, 9(8), 1735–1780. <https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735>
11. Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45, 5–32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
12. Folorunsho, O., Adewole, L. B., Fagbuagun, O. A., Mogaji, S. A., & Adesuyi, O. T. (2025). Predicting customer purchase patterns in online retail using a CNN-based deep learning model. *LAUTECH Journal of Engineering and Technology*, 19(2), 230–238. <https://doi.org/10.36108/laujet/5202.91.0242>
13. Matuszelański, K., & Kopczewska, K. (2022). Customer churn in retail e-commerce business: Spatial and machine learning approach. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 17(1), 165–198. <https://doi.org/10.3390/jtaer17010009>
14. Marín Díaz, G., Galán, J. J., & Carrasco, R. A. (2022). XAI for churn prediction in B2B models: A use case in an enterprise software company. *Mathematics*, 10(20), 3896. <https://doi.org/10.3390/math10203896>

4 Manba: muallif ishlanmasi.



Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 7

© 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