

INNOVATION SCIENCE AND TECHNOLOGY

ISSUE 6, PART 1 / JUNE 2026

 Acceptance of papers



**Acceptance of
papers**

Published monthly



Topics

economics,
technology, social
sciences



EDITOR-IN-CHIEF:

Mirzaliyev Sanjar Makhmatjon ugli

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Makhmudov Nosir Makhmudovich
DSc., Prof., Academician

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Ochilov Bobur Bakhtiyor ugli – Senior
lecturer at TSUI

THE SCIENTIFIC-POPULAR ELECTRONIC
JOURNAL **"INNOVATION SCIENCE AND
TECHNOLOGY"** HAS BEEN REGISTERED
UNDER THE NUMBER **C-5669633** BY THE
AGENCY FOR INFORMATION AND MASS
COMMUNICATIONS (AOKA) OF THE
REPUBLIC OF UZBEKISTAN, EFFECTIVE
FROM OCTOBER 9, 2024.

CONTACTS

Phone: **+998 50 737 87 88**

Website: <https://ist-journal.uz>

Email: innovationist2025@gmail.com

The scientific electronic journal "Innovation Science and Technology" has been included in the list of scientific publications recommended for the publication of main scientific results of dissertations for the award of PhD and DSc degrees in economics and technical sciences, in accordance with the Resolution No. 370 of the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, dated May 8, 2025.

Editorial board:



Sharipov Kongiratbay Avezimbetovich,
Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor



Abdurakhmanova Gulnora Kalandarovna, Doctor of
Economic Sciences (DSc), Professor



Cham Tat Huei,
Doctor of Philosophy (PhD), Professor (Malaysia)



Muhammad Imran Sadiq
Doctor of Philosophy in Economics (PhD), Professor,
Malaysia



Ahmed Aziz Ismail
Doctor of Technical Sciences (DSc),
Professor (Egypt)



Lee Chin
Doctor of Philosophy in Economics (PhD), (Malaysia)



Asongu Simplice
Doctor of Philosophy in Economics (PhD), Cameroon



Rui Dang
Doctor of Chemistry (DSc), Professor, China



Zahoor Ahmed
Doctor of Philosophy in Economics (PhD), Turkey



Shujaat Abbas
Doctor of Philosophy in Economics (PhD), Russia



Tina A Coffelt
Doctor of Philosophy in Educational Sciences (PhD),
USA



Abdikarimova Dinara Rustamxanovna
Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor

Kurbonbekova Mohichehra Turobjonovna
Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor

Alimardonov Ilkhom Muzrabshokovich
Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor



Razakova Barno Sayfieva
Doctor of Philosophy in Economics (PhD)



Khasanov Sarvar Ulugbek ugli
Doctor of Philosophy in Economics (PhD)



Kholikova Rukhsora Sanjarovna
Associate Professor (PhD)

CONTENTS

BUDGETING BASED ON THE BALANCED SCORECARD SYSTEM IN STRATEGIC MANAGEMENT ACCOUNTING.....	8
Pardaeva Shakhnoza Abdinabievna	
TURIZM SOHASIDA TARJIMA NAZARIYASINING O'RNI	13
Bahronova Charos Mirabbos qizi	
THE ROLE OF ESG PRINCIPLES AND DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF CORPORATE SOCIAL MANAGEMENT SYSTEMS	16
Shokhrukh Abdisalimovich Muratkosimov	
A COMPARATIVE SEMANTIC FIELD ANALYSIS OF "BENEFIT" ACROSS ENGLISH AND UZBEK CULTURES	23
Mohira Husanovna Divanova	
ROSSIYA TIJORAT BANKLARIDA DEPOZIT OPERATSIYALARINI RIVOJLANTIRISHNING O'ZIGA XOS JIHATLARI	30
Rahimov Akmal Matyaqubovich	
USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES AGAINST CYBER THREATS IN THE PUBLIC SECTOR.....	37
Nuratdinov Xushnid Begzadovich, Erejepov Kewlimjay Kaymatdinovich	
PUL-KREDIT SIYOSATI INSTRUMENTLARIDAN FOYDALANISH AMALIYOTINI TAKOMILLASHTIRISH ..	42
A.A. Ismailov	
"O'ZBEKISTON TEMIR YO'LLARI" AJNING AMALIY IQTISODIY HOLATI TAHLILI VA OPSIONLARNI ANIQLASH	48
Bobojonova Zarnigor Shokirovna	
COMPARATIVE ANALYSIS OF DEEP LEARNING ALGORITHMS FOR AUTOMATED SKIN DISEASE DIAGNOSIS FROM DERMOSCOPIC IMAGES.....	56
Nazirova Elmira Shodmonovna, Abdusalomova Shokhista Boboyor qizi	
STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF THE FINANCIAL MARKET OF UZBEKISTAN IN THE CONTEXT OF DIGITAL AND GREEN TRANSFORMATION	61
Muftaydinov Mansur Kiyomidinovich	
TOURISM POTENTIAL OF UZBEKISTAN AND FINANCIAL FACTORS FOR ITS DEVELOPMENT	68
Bau Long	
CASH FLOWS OF "TERRITORIAL ELECTRIC NETWORKS" JSC: COMPREHENSIVE ACCOUNTING ANALYSIS AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO IMPROVEMENT.....	75
Djuraev Davlat Djonibekovich	
MONETARY POLICY INSTRUMENTS.....	78
A.A. Ismailov	
ECONOMIC EFFICIENCY OF IMPLEMENTING INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE SERVICE SECTOR OF REGIONS	83
Abikayumov Bekzod Turdiniyozovich	
KNOWLEDGE STRATEGY AND ITS SYSTEM OF INDICATORS IN STRATEGIC MANAGEMENT ACCOUNTING.....	89
Pardaeva Shakhnoza Abdinabievna, Pardaeva Zulfizar Alimovna	
ANALYSIS OF THE REGIONAL DYNAMICS AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF LABOR MIGRATION	95
Mukhtorbek Rahimboyev, Alibek Normurodov	
SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA KREDIT RISKLARNI BAHOLOVCHI TIZIMLARNI ISHLAB CHIQISH. MIJOZ SCORE MODEL VA QARORLARNI OPTIMALLASHTIRISH	104
Olimova Mukhlisa Vohidjon qizi	

SUN'IY INTELEKT ASOSIDA KREDIT RISKLARNI BAHOLOVCHI TIZIMLARNI ISHLAB CHIQISH. MIJOZ SCORE MODEL VA QARORLARNI OPTIMALLASHTIRISH

Olimova Mukhlisa Vohidjon qizi

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti,
 "Sun'iy intellekt" kafedrası katta o'qituvchisi
 E-mail: mukhlisa.olimova1323@gmail.com

ANNOTATSIYA. Sun'iy intellekt texnologiyalariga asoslangan kredit risklarini baholash tizimlarini ishlab chiqishning nazariy va amaliy jihatlarini tadqiq etilgan. Tadqiqotda mijozlarning kreditga layoqatini aniqlashda zamonaviy sun'iy intellekt modellaridan foydalanish asosida mijoz skoring modelini shakllantirish hamda qaror qabul qilish jarayonini avtomatik optimallashtirish masalalari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, logistik regressiya, gradient tushish (gradient descent) algoritmi va boshqa mashinaviy o'qitish modellarining kredit risklarini baholashdagi imkoniyatlari hamda afzalliklari tahlil qilingan. Olingan natijalar kredit tashkilotlarida risklarni boshqarish samaradorligini oshirish va qaror qabul qilish jarayonlarini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: skoring modeli, kredit riski, baholash tizimi, logistik regressiya, yo'qotish funksiyasi, modelni baholash, model aniqligi, mashinaviy o'qitish, qarorlarni avtomatik optimallashtirish.

АННОТАЦИЯ. Исследованы теоретические и практические аспекты разработки систем оценки кредитных рисков на основе технологий искусственного интеллекта. В исследовании рассмотрены вопросы формирования скоринговой модели клиента с использованием современных моделей искусственного интеллекта для определения кредитоспособности заёмщиков, а также автоматической оптимизации процесса принятия решений. Кроме того, проанализированы возможности и преимущества логистической регрессии, алгоритма градиентного спуска (gradient descent) и других моделей машинного обучения при оценке кредитных рисков. Полученные результаты способствуют повышению эффективности управления рисками и совершенствованию процессов принятия решений в кредитных организациях.

Ключевые слова: скоринговая модель, кредитный риск, система оценки, логистическая регрессия, функция потерь, оценка модели, точность модели, машинное обучение, автоматическая оптимизация решений.

ABSTRACT. The theoretical and practical aspects of developing credit risk assessment systems based on artificial intelligence technologies are examined. The study focuses on the formation of a customer scoring model using modern artificial intelligence techniques to evaluate borrowers' creditworthiness and automatically optimize decision-making processes. In addition, the capabilities and advantages of logistic regression, gradient descent algorithms, and other machine learning models in credit risk assessment are analyzed. The findings contribute to improving risk management efficiency and enhancing decision-making processes within lending institutions.

Keywords: scoring model, credit risk, assessment system, logistic regression, loss function, model evaluation, model accuracy, machine learning, automated decision optimization.

KIRISH

Bugungi kunda sun'iy intellekt barcha sohalarni keng qamrab olmoqda, shu jumladan bank tizimi va undagi moliya-kredit munosabatlarini ham. Oxirgi o'n yillikda sun'iy intellekt bank sektoriga chuqur kirib kelib, firibgarlikni aniqlash, mijozlar bilan muloqotni tashkil etish, xizmatlarni avtomatlashtirish hamda kredit risklarini baholashda muhim rol o'ynamoqda. Bu esa bank tizimida qarorlar qabul qilish tezligi va aniqligining oshishiga xizmat qilmoqda. Natijada kredit bozorining xavfsizligi va samaradorligi ta'minlanmoqda.

Ilk davrlarda kredit risklarini baholash inson ekspertlari tomonidan amalga oshirilgan. Mijozning daromadi, kredit tarixi va shaxsiy ma'lumotlariga qarab qarorlar qo'lda qabul qilingan. Ushbu usul subyektiv xususiyatga

ega bo'lib, ayrim hollarda inson omili bilan bog'liq noaniqliklarning yuzaga kelishiga sabab bo'lgan. Shu sababli 2000-yillardan boshlab mijozlarning skoring modellari keng qo'llanila boshladi. Jumladan, logistik regressiya, kredit byurolari tizimlari va boshqa yondashuvlardan foydalanish amaliyoti kengaydi. Mijoz skoring modeli — bu mijozning qarzni qaytarish ehtimolini matematik tarzda ifodalovchi tizimdir. Har bir mijoz ma'lum bir ball bilan baholanadi va ushbu ball qaror qabul qilishda asosiy indikator sifatida qo'llaniladi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Mijozlarning kreditga layoqatini baholash va kredit risklarini prognozlash masalalari bank amaliyotida muhim tadqiqot yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu yo'nalishning nazariy asoslari L.C. Thomas, J.N. Crook va D.B. Edelman tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, ular kredit skoring tizimlarining matematik modellari, risklarni baholash mexanizmlari hamda kredit qarorlarini qabul qilish jarayonlarini batafsil yoritganlar [2]. R. Anderson esa kredit risklarini boshqarishda avtomatlashtirilgan skoring tizimlarining ahamiyatini ko'rsatib, zamonaviy kredit tashkilotlarida qaror qabul qilish jarayonlarini optimallashtirish masalalarini tadqiq etgan [1]. Shuningdek, N. Siddiqi kredit skorkartalarini ishlab chiqish va joriy etishning amaliy jihatlarini yoritib bergan [5].

Sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitish metodlarining rivojlanishi kredit risklarini baholash aniqligini sezilarli darajada oshirdi. A. Bellotti va J. Crook kredit skoringida Support Vector Machine algoritmining samaradorligini asoslab bergan hamda uning an'anaviy statistik modellarga nisbatan ayrim ustunliklarini ko'rsatgan [3]. K. Murphy mashinaviy o'qitishning ehtimollik modellariga asoslangan nazariy asoslarini ishlab chiqib, ularning moliyaviy prognozlashdagi qo'llanilish imkoniyatlarini tahlil qilgan [8]. A.V. Dorogush, V. Ershov va A. Guln tomonidan taklif etilgan CatBoost algoritmi esa kategoriyali belgilar bilan ishlashda yuqori aniqlik ko'rsatib, kredit risklarini baholash masalalarida keng qo'llanilmoqda [10].

Kredit risklarini baholash natijalari asosida optimal qarorlarni shakllantirishda sun'iy intellektning yangi avlod algoritmlari muhim o'rin tutadi. R.S. Sutton va A.G. Barto mustahkamlovchi o'qitish (Reinforcement Learning) nazariyasini rivojlantirib, murakkab qaror qabul qilish masalalarida ushbu yondashuvning samaradorligini asoslab berganlar [7]. N.A. Ignatiev algoritmlarning umumlashtirish qobiliyatini tadqiq etib, modelning amaliy muhitda barqaror ishlashini ta'minlovchi omillarni o'rgangan [9]. Mazkur tadqiqotlar kredit risklarini baholovchi tizimlarda mijoz skoring modelini yaratish hamda kredit ajratish bo'yicha qarorlarni avtomatik optimallashtirish uchun muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Masalaning qo'yilishi. Mijoz skoring modelini shakllantirish uchun bir qancha xususiyatlar zarur hisoblanadi. Jumladan, kredit tarixi, daromad va ish faoliyati, demografik ma'lumotlar, ilgari olingan kreditlar va qarzlarning miqdori, bank tranzaksiyalari hamda makroiqtisodiy ko'rsatkichlar shular jumlasidandir. Ushbu modelda mashinaviy o'qitishning bir nechta klassik metodlaridan foydalanish mumkin. Ular logistik regressiya, random forest va support vector machine metodlaridir [9].

Dastlabki ma'lumotlarni qayta ishlash jarayoni. Tadqiqotni amalga oshirish uchun dastlabki ma'lumotlar, ya'ni berilganlar muhim ahamiyatga ega. Ushbu ma'lumotlar nafaqat mijoz skoring modeli uchun, balki boshqa ko'plab mashinaviy o'qitish masalalarining asosi bo'lib xizmat qiladi. Shuning uchun mazkur ma'lumotlarni mavjud tashkilotlar datasetlaridan olish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Biroq ko'plab korxonalar va banklar xavfsizlik hamda boshqa sabablar tufayli bunday datasetlarni ochiq va ommaviy shaklda taqdim etmaydilar. Shu kabi datasetlardan foydalanish imkoniyatini yaratish, sun'iy intellekt, ma'lumotlar tahlili va turdosh sohalarni rivojlantirish maqsadida bir qator muhim platformalar tashkil etilgan. Shulardan biri Kaggle global onlayn platformasidir.

Mazkur platformaga ko'plab foydalanuvchilar va tashkilotlar turli sohalarga oid ochiq datasetlarni joylashtiradilar. Masalan, tibbiyot, marketing, kredit skoringi va boshqa yo'nalishlarga oid ma'lumotlar shular jumlasidandir. Bundan tashqari, Kaggle platformasida mashinaviy o'qitish va sun'iy intellekt bo'yicha xalqaro tanlovlar ham muntazam o'tkazib boriladi. Shunday tanlovlardan biri kredit risklarini aniqlashga qaratilgan "Give Me Some Credit" xalqaro musobaqasidir.

Mazkur tadqiqotda ham ushbu musobaqaning ochiq va ommaviy datasetlaridan biridan foydalanish maqsadga muvofiq deb topildi. Quyidagi 1-jadvalda 5 ta satr va 5 ta obyektidan iborat kichik dataset keltirilgan. Jadvalda ma'lumotlar manbadan qanday holatda olingan bo'lsa, shu tarzda taqdim etildi. Tushunarililikni ta'minlash maqsadida jadvalning quyi qismida ustunlar izohlangan.

1-jadval

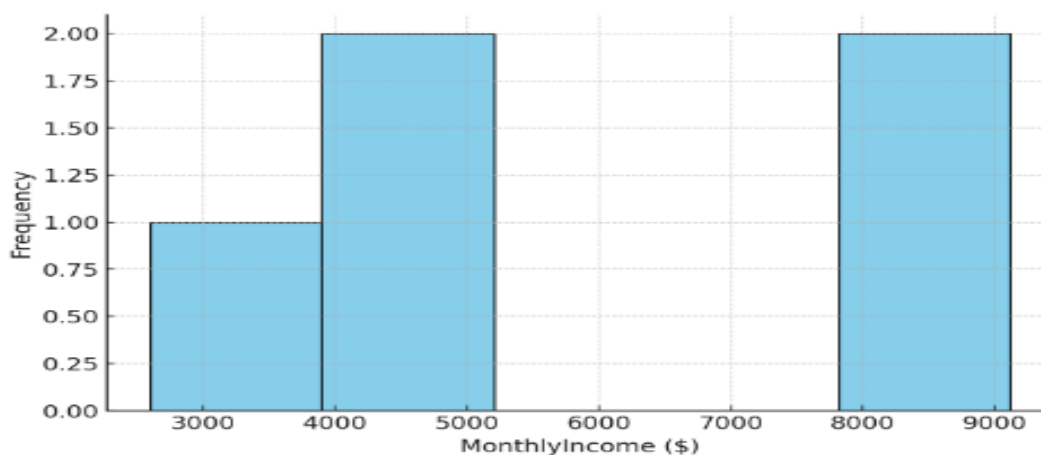
Berilganlarning xususiyatlari haqida ma'lumot¹

Target	Age	MonthlyIncome (\$)	DebtRatio	CreditLines	PastDue30-59	PastDue60-89	PastDue90+
0	45	9120	0.766	10	2	0	0
0	40	2600	0.957	5	0	0	0
1	53	5000	0.658	8	0	1	0
0	30	4000	0.123	3	0	0	0
1	48	8000	0.802	12	3	0	1

Target — 0 = mijoz kredit to'lovini kechiktirmagan, 1 = mijoz kredit to'lovini kechiktirgan; Age — mijoz yoshi; MonthlyIncome — oylik daromad (\$); DebtRatio — qarzdorlik ulushi; CreditLines — ochiq kredit liniyalari va kreditlar soni; PastDue30–59 — 30–59 kun kechikkan holatlar; PastDue60–89 — 60–89 kun kechikkan holatlar; PastDue90+ — 90 kundan ortiq kechikkan holatlar.

Jadvalda juda kam miqdordagi obyektlar misol tariqasida keltirilgan. Aslida modelni qurishda juda katta datasetlardan foydalaniladi. Masalan, 100 ming va undan ortiq satrlardan iborat datasetlar model yaratishda asos bo'lib xizmat qiladi. Datasetdagi ayrim ustunlar bo'yicha taqsimot zichliklari tahlil qilinadi.

Mazkur zichliklarga asosan, berilganlar normallashtiriladi yoki standartlashtiriladi. Masalan, 1-rasmda oylik daromad (MonthlyIncome) bo'yicha taqsimot zichligi ko'rsatilgan.



1-rasm. Oyma-oy daromad bo'yicha 5 ta obyektning taqsimot zichligi²

1-rasmdan ko'rinib turibdiki, 4000 va 5000 dollarlik oylik daromadlarning chastotasi yuqori, 3000 dollarlik oylik daromadning chastotasi esa nisbatan past. Albatta, ushbu vizual ko'rinish yetarli darajada aniq emas, chunki tahlil atigi 5 ta obyekt asosida amalga oshirilmoqda. Obyektlar soni qancha ko'p bo'lsa, natija shunchalik aniq bo'ladi.

Jadvalda keltirilgan ustunlarning barchasi modelni qurishda qo'llanilmaydi. Ular orasidan korrelyatsiyasi eng yuqori bo'lgan ustunlar ajratib olinadi. Korrelyatsiya — sun'iy intellektida berilganlar xususiyatlari o'rtasidagi bog'liqlik darajasini ifodalovchi ko'rsatkichdir. Odatda korrelyatsiyani yaqqol ko'rsatish uchun korrelyatsiya matritsasi quriladi. Korrelyatsiyasi yuqori bo'lgan ustunlar modelda qo'llaniladi, korrelyatsiyasi past bo'lganlari esa datasetdan chiqarib tashlanadi yoki modelda foydalanilmaydi.

Bundan tashqari, ayrim ustunlarda null qiymatlar mavjud bo'lsa, ular qayta ishlanadi yoki zarur hollarda dataset tarkibidan chiqariladi. Ushbu jarayonlarning barchasi berilganlarni qayta ishlash yoki dastlabki

¹ Muallif ishlanmasi

² Muallif ishlanmasi

ma'lumotlarni tayyorlash bosqichi hisoblanadi.

Shundan so'ng tanlab olingan dataset mijoz skoring modelini qurish uchun tayyor holatga keladi. Demak, berilganlarni qayta ishlash jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat bo'ldi:

- null qiymatlarni aniqlash va qayta ishlash;
- qiymatlarni to'ldirish;
- eng muhim ustunlarni tanlab olish;
- taqsimot zichligiga asoslanib normallashtirish yoki standartlashtirish.

TAHLIL VA NATIJALAR

Hisoblash qadamlari. Mijoz skoring modeli uchun bir qancha mashinaviy o'qitish modellari taklif etiladi. Bular jumlasiga logistik regressiya, random forest va XGBoost modellari kiradi. Tadqiqotda logistik regressiyadan foydalanildi. Unga ko'ra, mijozning kreditni qaytara olmaslik ehtimoli quyidagi formula asosida hisoblanadi (1-ifoda):

$$P(X) = \frac{1}{1 + e^{-(w_0 + w_1 x_1 + \dots + w_n x_n)}} \quad (1)$$

Bu yerda X vektori mijozning xususiyatlari vektori, ya'ni daromadi, ish staji, kechikkan to'lovlar soni va boshqa ko'rsatkichlarni ifodalaydi. w_i esa model tomonidan o'rganilgan parametrlar, ya'ni vaznlar. Shundan w_0 — ballning boshlang'ich pozitsiyasi yoki butun skoring modelini yuqoriga yoki pastga siljituvchi qiymat hisoblanadi. Albatta, berilganlar train va test to'plamlariga ajratiladi. Bu modelning to'g'ri ishlashini tahlil qilish uchun muhim ahamiyatga ega.

Keyingi bosqichda skoring modeli training, ya'ni modelni o'qitish jarayonidan o'tadi. Bunda, albatta, yo'qotish funksiyasi (loss function) hisoblanadi. Yo'qotish funksiyasi haqiqiy qiymatlar bilan model bashorat qiladigan qiymatlar orasidagi xatolikni aniqlovchi funksiyadir. Odatda ushbu masalada logistic-loss funksiyasi yo'qotish funksiyasi sifatida olinadi va u quyidagi ifoda orqali ifodalanadi (2-ifoda):

$$L = -\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m [y_i \ln \tilde{y}_i + (1 - y_i) \ln (1 - \tilde{y}_i)] \quad (2)$$

Bu yerda y_i — haqiqiy qiymatlar (labellar), $(\tilde{y}_i)$ esa model bashoratidir. Yo'qotish funksiyasi minimal qiymatga erishgandagina model optimal ishlaydi. Buning uchun model tomonidan aniqlanadigan barcha vaznlar, ya'ni w_i lar optimal qiymatlarga ega bo'lishi kerak. Ularni aniqlashning bir qancha usullari mavjud. Shulardan biri gradient descent [10] usuli yordamida hisoblash bo'lib, u quyidagi ifoda orqali aniqlanadi (3-ifoda):

$$w_j = w_j - \alpha \frac{\partial L}{\partial w_j} \quad (3)$$

Shunday qilib, yo'qotish funksiyasini minimal qiymatga olib keluvchi vaznlar topiladi va modelni o'qitish jarayoni yakunlanadi. Shundan so'ng har bir mijoz uchun kreditni qaytara olmaslik ehtimoli hisoblanadi. Ushbu hisoblash 1-ifodada keltirilgan formula asosida amalga oshiriladi.

Ehtimollik hisoblangandan keyin natija skoring baliga aylantiriladi (4-ifoda):

$$Score = Offset + Factor * Logodds, \quad (4)$$

Bu yerda Offset va Factor mos ravishda skoring modelining boshlang'ich nuqtasi, ya'ni LogOdds nolga teng bo'lgandagi ball qiymati hamda skoring tizimining o'lchov faktoridir. Mazkur faktor LogOdds qiymatini ball ko'rinishiga o'tkazadi. O'z navbatida, Offset hamda Factor quyidagi ifodalar orqali hisoblanadi (5-ifoda):

$$Factor = \frac{PDO}{\ln 2}, \quad (5)$$

Bu yerda PDO (Points to Double Odds) odds ikki marta oshganda ball necha birlikka o'sishini bildiradi. Target Score esa bank yoki moliya tashkiloti tomonidan tanlangan maqsadli skoring bali, ya'ni skoring modeli hisoblagan kreditni qaytara olmaslik ehtimoli (P) ma'lum bir qiymatga teng bo'lganda, bank tomonidan mijozga beriladigan maqsadli balidir.

Mazkur ball bankning kredit siyosatiga bog'liq bo'lib, odatda 300–900 yoki 400–800 oralig'ida belgilanadi. Masalan, bank standart sifatida kreditni qaytara olmaslik ehtimoli (P) 5 % bo'lgan mijoz uchun skoring bali 600 ball bo'lishini belgilashi mumkin. Bunda Target Score = 600 va $P_0 = 0,05$ ga teng bo'ladi. Shunday qilib, Target Score ballar tizimini bank tomonidan belgilangan standartlarga moslashtirish imkonini beradi.

Shu o'rinda odds va log-odds tushunchalarini ham izohlab o'tamiz. Odds — bu bir hodisaning yuz berish

ehtimolining yuz bermaslik ehtimoliga nisbati. Ya'ni (6-ifoda):

$$Odds = P/(1 - P), \quad (6)$$

Masalan, $P = 0,2$ ga teng bo'lsa, $odds = 0,25$ bo'ladi. Bu shuni bildiradiki, hodisaning yuz berish ehtimoli uning yuz bermaslik ehtimolining $0,25$ qismini tashkil etadi.

Log-odds [2] esa oddsning natural logarifm bo'yicha qiymati, ya'ni (7-ifoda):

$$Logodds = \ln \frac{P}{1-P}, \quad (7)$$

Agar log-odds manfiy bo'lsa, hodisa ehtimoli 50% dan past bo'ladi. Log-odds nolga teng bo'lsa, hodisa ehtimoli 50% ni tashkil etadi. Aksincha, log-odds musbat bo'lsa, hodisa ehtimoli 50% dan yuqori bo'ladi. Odds doimo noldan katta bo'lgani sababli log-odds ixtiyoriy qiymat qabul qilishi mumkin. Bu esa skoring modellari uchun qulay hisoblanadi, chunki ballarni uzluksiz va chiziqli tarzda hisoblash imkonini beradi.

Model aniqligini baholash uchun turli xil metrikalar ishlab chiqilgan bo'lib, ular modelning baholash samaradorligiga qarab tanlanadi. Quyida ulardan ayrimlari keltirilgan:

- ROC-AUC — to'lay oladigan va to'lay olmaydigan mijozlarni ajratishda samarali;
- KS-statistika — maksimal farq va risk darajasini aniqlashda;
- Log-loss — ehtimoliy xatolikni o'lchashda;
- Aralashish (Confusion) matritsasi — TP, TN, FP va FN ko'rsatkichlari asosida xatoliklarni aniqlashda qo'llaniladi.

Shular orasida mijoz skoring modeli uchun eng muhim metrikalardan biri ROC-AUC (Receiver Operating Characteristic – Area Under Curve) hisoblanadi. Ushbu metrika modelning yaxshi va yomon mijozlarni qay darajada ajrata olishini o'lchaydi hamda $[0;1]$ oralig'ida qiymat qabul qiladi. Mazkur metrikani quyidagi ifoda yordamida hisoblash mumkin (8-ifoda):

$$AUC = \int_0^1 TPR(FPR^{-1}(x))dx, \text{ yoki } AUC = P(score_{bad} > score_{good}) \quad (8)$$

Bu yerda TPR (True Positive Rate) — yomon mijozlarni to'g'ri aniqlash ehtimoli, FPR (False Positive Rate) esa yaxshi mijozni yomon deb baholash ehtimolini bildiradi. O'z navbatida, ushbu kattaliklar quyidagi ifodalar orqali aniqlanadi (9-ifoda):

$$TPR = \frac{TP}{TP+FN}, \quad FPR = \frac{FP}{FP+TN}, \quad (9)$$

9-ifodada keltirilgan kattaliklarning ma'nosi quyidagicha:

TP — haqiqiy pozitiv, model yomon mijozni to'g'ri aniqladi;

FP — yolg'on pozitiv, model yaxshi mijozni yomon deb baholadi;

FN — yolg'on negativ, model xavfli mijozni yaxshi deb baholadi;

TN — haqiqiy negativ, model yaxshi mijozni to'g'ri aniqladi.

Mazkur tadqiqotda faqat mijoz skoring modeli uchun logistik regressiyani hisoblash bosqichlari keltirildi. Biroq dasturiy ta'minotda random forest va SVM modellari ham qo'llanildi. Shu sababli quyida modellarni baholash natijalari uchta model bo'yicha keltirilgan.

2-jadval

Model aniqligi (modelni baholash) jadvali

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	AUC
LR	0.95	0.35	0.55	0.43	0.86
RF	0.93	0.47	0.60	0.53	0.81
CVM	0.88	0.20	0.30	0.24	0.84

Ushbu 2-jadvaldan ko'rish mumkinki, mijoz skoring modelida logistik regressiya metodining aniqligi yuqori hisoblanadi. Albatta, mazkur tadqiqot nisbatan kichik hajmdagi dataset misolida ko'rib chiqildi. Katta hajmdagi datasetlarda model yanada aniqroq natijalar berishi mumkin.

Yuqoridagi hisoblashlar kredit riskini baholashda faqat mijozning kreditni qaytara olmaslik ehtimoli va skoring balini aniqlash imkonini beradi. Biroq bankning asosiy maqsadi umumiy foyda va xavf o'rtasidagi muvozanatni ta'minlashdan iborat. Ushbu jarayonni qarorlarni optimallashtirish orqali amalga oshirish mumkin.

Qarorlarni optimallashtirishning bir qancha usullari mavjud bo'lib, ulardan eng muhimlari qaror qabul qilish qoidalarini belgilash hamda sun'iy intellektning optimallashtirish algoritmlari yordamida avtomatik

optimallashtirish hisoblanadi. Bunda qaror qabul qilish qoidalari skoring modeli orqali hisoblangan ball va ehtimolliklar asosida shakllantiriladi. Masalan, skoring bali 700 dan yuqori bo'lsa, kredit beriladi va tavsiya etilgan limit maksimal bo'lishi mumkin. Skoring bali 600–699 oralig'ida bo'lsa, cheklangan kredit va individual limit belgilanadi. Aks holda, skoring bali 600 dan past bo'lsa, kredit berish masalasi bankning belgilangan mezonlari asosida ko'rib chiqiladi. Albatta, ushbu qoidalar har bir bankning risk siyosati va mijoz profili xususiyatlariga qarab moslashtiriladi.

Qarorlarni optimallashtirishning ikkinchi muhim yo'nalishi avtomatik optimallashtirish bo'lib, bunda sun'iy intellekt tizimi skoring modelidan olingan ballar va ehtimolliklardan foydalanib, bankning maqsadlariga mos optimal qarorlarni avtomatik ravishda shakllantiradi. Bunda bankning maqsadlari turlicha bo'lishi mumkin, jumladan maksimal foyda, minimal risk va kredit portfelining barqarorligini ta'minlash. Ushbu jarayonni matematik tarzda quyidagicha ifodalash mumkin (10-ifoda):

$$\begin{aligned} \max \sum_{i=1}^N ExpectedProfit_i - \lambda \sum_{i=1}^N ExpectedLoss_i \quad (10) \\ ExpectedProfit_i = CreditLimit_i * InterestRate_i * (1 - P_i) \\ ExpectedLoss_i = CreditLimit_i * P_i \\ i - \text{har bir mijoz}, \quad \lambda - \text{risk sezgirligi koeffitsienti} \end{aligned}$$

Bu yerda i — har bir mijoz, λ — risk sezgirligi koeffitsiyenti.

Qarorlar turli shakllarda talab qilinishi mumkin. Shu sababli qarorlarni avtomatik optimallashtirish jarayonida sun'iy intellektning turli modellaridan foydalaniladi. Demak, qarorlar kredit berish yoki bermaslik, kredit miqdorini belgilash, foiz stavkasini individuallashtirish, garov yoki qo'shimcha hujjatlar talab etilishi mumkin bo'lgan holatlarni qamrab oladi. Qaror shakliga qarab quyidagi muhim sun'iy intellekt optimallashtirish algoritmlaridan keng foydalaniladi:

- Chiziqli dasturlash (LP) — cheklovlar va foyda funksiyasi chiziqli ko'rinishda yechiladigan masalalar uchun;
- Butun sonli dasturlash (IP) — limitlar va qarorlar butun sonlarda ifodalanishi talab qilinganda;
- Genetik algoritim (Genetic Algorithm) — murakkab, nochiqlik va ko'p maqsadli muammolar uchun;
- Mustahkamlovchi o'qitish (Reinforcement Learning) — vaqt o'tishi bilan qarorlar samaradorligini oshirish maqsadida.

Masalan, mijoz uchun score = 650 va ehtimollik $P = 0,5$ bo'lsin. Bank limiti maksimal foyda va minimal xavf mezonlari asosida sun'iy intellekt tomonidan tanlansa, quyidagi natija olinishi mumkin: limit = 15 mln so'm, foiz stavkasi = 37 %.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Yuqorida keltirilgan sun'iy intellekt optimallashtirish algoritmlari orasida bugungi kunda Reinforcement Learning [7] algoritmi keng qo'llanilmoqda. Dunyoning yetakchi kompaniyalari, jumladan American Express, Mastercard, Alibaba va boshqa yirik tashkilotlar ushbu algoritmdan qarorlarni optimallashtirish jarayonida samarali foydalanmoqda.

Xulosa qilib aytganda, kredit risklarini hisoblashda mazkur tadqiqotga ko'ra mijoz skoring modeli logistik regressiya asosida shakllantirildi, skoring bali hisoblandi va baholandi. Qarorlarni optimallashtirish maqsadida olingan natijalar sun'iy intellekt optimallashtirish algoritmlariga, xususan Reinforcement Learning algoritmiga uzatildi hamda tizim tomonidan optimal qaror shakllantirildi.

Masalan, mijoz 12 % ehtimollik va score = 650 ko'rsatkichi bilan baholangan bo'lsa, ushbu mijozga kredit ajratish imkoniyati mavjud, biroq limitni 15 % ga kamaytirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Shunday qilib, sun'iy intellekt asosida kredit risklarini baholovchi tizim klassik tizimlarga nisbatan murakkabroq tuzilishga ega bo'lishi bilan birga, yuqori samaradorlik va moslashuvchanlikni ta'minlash imkoniyatiga ega ekanligini ko'rish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Anderson, R. The Credit Scoring Toolkit: Theory and Practice for Retail Credit Risk Management and Decision Automation. Oxford University Press, 2007.
2. Thomas, L.C., Crook, J.N., Edelman, D.B. Credit Scoring and Its Applications. SIAM, 2002.
3. Bellotti, A., Crook, J. Support Vector Machines for Credit Scoring. IMA Journal of Management Mathematics, 2009.
4. Rosenberg, E., Gleit, A. Quantitative Methods in Credit Management. Wiley, 1994.
5. Siddiqi, N. Credit Risk Scorecards: Developing and Implementing Intelligent Credit Scoring. Wiley, 2005.
6. Thomas, L.C. A Survey of Credit and Behavioural Scoring: Forecasting Financial Risk of Lending to Consumers. International Journal of Forecasting, 2000.
7. Sutton, R.S., Barto, A.G. Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press, 2018.

8. Murphy, K. Machine Learning: A Probabilistic Perspective. MIT Press, 2012.
9. Ignatiev, N.A. Generalization Ability of Algorithms as a Measure of Compactness. Tomsk State University Journal of Mathematics and Mechanics, No. 52, 2018, pp. 35–48.
10. Dorogush, A.V., Ershov, V., Gulin, A. CatBoost: Gradient Boosting with Categorical Features. Advances in Neural Information Processing Systems, Vol. 33, 2020, pp. 1–12.
11. Kaggle. <https://www.kaggle.com>

Proofreader: Zokir ALIBEKOV

Layout and Designer: Oloviddin Sobir ugli

2026. № 6

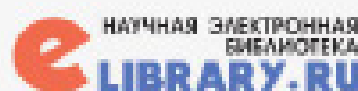
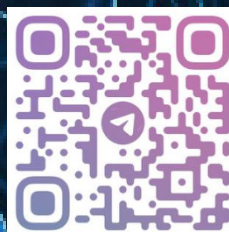
© When materials are reproduced, the INNOVATION SCIENCE AND TECHNOLOGY journal must be cited as the source. Authors are responsible for the accuracy of the information in materials and advertisements published in the journal. Editorial opinions may not always align with those of the authors. Submitted materials will not be returned to the editorial office.

To publish articles in this journal, you may submit articles, advertisements, stories, and other creative materials through the following links. Materials and advertisements are published on a paid basis.

You may subscribe to the journal at any time using the following details. Once subscribed, please send a screenshot or photo of your payment confirmation to our Telegram page @iqtisodiyot_77. Based on this, we will send the latest issue of the journal to your address each month.

“The journal “INNOVATION SCIENCE AND TECHNOLOGY” has been registered by the Agency for Information and Mass Communications under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan from 09.10.2024 under the registration number №390637. License number: C-5669633. PNFL: 30407832680027

Our address: Tashkent city, Yunusobod district, 19th block,
House 17.



Acceptance of articles

Published every
monthly



Directions

Social, economic, political,
technological, scientific



Scopus || Scientific electronic journal specializing in Scopus

CERTIFICATE NUMBER: №390637

**ORDER NUMBER ACCORDING TO
THE LICENSE REGISTER: C-5669633**

CONTACT:



Contact us
+998 50 737 87 88



Telegram channel
t.me/scopus_IST2100



Journal official website
<https://ist-journal.uz/index.php/IST>