

MASHINAVIY O‘QITISH MODELLARI ASOSIDA SHAXSNI TO‘LOV QOBILIYATINI ANIQLASH

Do‘sanov Raxim,
Sharof Rashidov nomidagi
Samarqand davlat universiteti,
assistant
Samarqand, O‘zbekiston
raximdusanov1996@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot mashinaviy o‘qitish modellaridan foydalangan holda shaxsni to‘lov qobiliyatini aniqlash va aniqlikni oshirishga xizmat qiluvchi zamonaviy intellektual tizimlar tahlil qilingan. Tadqiqotda an‘anaviy kredit reyting tizimlar, sun‘iy intellekt texnologiyalari asosida yaratilgan platformalar va banklarda qo‘llanilayotgan ichki baholash modellarining ishlash prinsiplari hamda mashinaviy o‘qitish algoritmlarining afzalliklari va cheklovlari yoritib berilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, sun‘iy intellekt, mashinaviy o‘qitish va blokcheyn texnologiyalarini kompleks qo‘llash moliyaviy sohani yanada barqaror, xavfsiz va samarali shakllantirishga imkoniyat beradi.

Kalit so‘zlar: To‘lov tizimlari, kredit reyting, mashinaviy o‘qitish, sun‘iy intellekt, raqamli iqtisodiyot.

I. Kirish.

So‘nggi yillarda dunyoda raqamli texnologiyalar, ayniqsa sun‘iy intellekt va ma‘lumotlar tahlili asosidagi yechimlar moliyaviy sohaning ajralmas qismiga aylandi. Kreditlash jarayonlari, qarz risklarini baholash va mijozlarning moliyaviy barqarorligini aniqlash kabi tizimlar avvallari asosan an‘anaviy statistik usullar orqali amalga oshirilgan bo‘lsa, bugungi kunda ushbu jarayonlarni optimallashtirishda mashinaviy o‘qitish algoritmlaridan foydalanish dolzarb bo‘lib bormoqda. Moliyaviy tashkilotlar uchun eng muhim masalalardan biri kredit oluvchi shaxsning to‘lov qobiliyatini imkon qadar aniq baholashdir. Chunki kreditni qaytarish qobiliyati noto‘g‘ri aniqlangan har bir holat banklar uchun katta moliyaviy yo‘qotishlarga olib kelishi mumkin. An‘anaviy kredit reyting tizimlari uzoq yillar davomida keng qo‘llanilib kelgan va ular asosan kredit tarixi, mavjud qarzlar hajmi va to‘lov intizomiga tayanadi. Ammo bugungi kunda mijozlarning moliyaviy xatti-harakatlari murakkablashib, ma‘lumotlar manbalari ham kengayganligi sababli bunday usullar ko‘p hollarda yetarli natija bera olmayapti. Raqamli iqtisodiyot sharoitida shaxsning to‘lov qobiliyatini baholash jarayonida qo‘shimcha

ma‘lumot manbalari, real vaqt rejimidagi xarajatlar dinamikasi, raqamli izlar, onlayn faoliyat va alternativ ko‘rsatkichlarni inobatga olish zarurati paydo bo‘ldi. Shunday sharoitda mashinaviy o‘qitish algoritmlari an‘anaviy yondashuvlarga qaraganda ko‘proq imkoniyatlarga ega bo‘lib, murakkab va hajmi katta bo‘lgan ma‘lumotlarni chuqur tahlil qilishga yordam beradi.[1-2]

Mashinaviy o‘qitish usullari –random forest, gradient boosting va support vector machines shaxsning kreditni qaytarish ehtimolini bashorat qilishda yuqori aniqlik berishi bilan ajralib turadi. Ushbu algoritmlarning afzalligi shundaki, ular nafaqat mavjud ma‘lumotlarni tahlil qiladi, balki ma‘lumotlar ichidagi yashirin qonuniyatlar va bog‘liqliklarni ham aniqlaydi. Natijada kredit tashkilotlari uchun qaror qabul qilishda xavf darajasi kamayadi, kredit reyting tizimlarining sifati oshadi va mijozlar bilan ishlash jarayoni tezlashadi. Kredit byurolari tomonidan shakllantirilgan ma‘lumotlar bazasi kengayib bormoqda, banklar esa ichki scoring tizimlarini modernizatsiya qilmoqda. Biroq ko‘plab holatlarda an‘anaviy yondashuvlar hali ham asosiy rol o‘ynaydi. Bu esa kredit risklarini takroran baholashda aniqlikning yetarli emasligiga olib keladi. Shu sababli



mamlakatimizda ham mashinaviy oʻqitish texnologiyalarini kredit skoring tizimlariga integratsiya qilish ustida ilmiy va amaliy izlanishlar olib borish talab etilmoqda. Bunday izlanishlar banklar uchun qaror qabul qilishda ishonchli asos yaratibgina qolmay, balki moliyaviy xizmatlarga boʻlgan ishonchni oshirishga, iqtisodiy faollikni ragʻbatlantirishga va aholi uchun kredit olish imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi.[3-4]

Ushbu tadqiqotning dolzarbligi shundan iboratki raqamli iqtisodiyot sharoitida shaxsning toʻlov qobiliyatini aniq baholash moliyaviy tashkilotlar uchun eng muhim vazifalardan biriga aylanmoqda. Anʻanaviy kredit skoring tizimlari keng qoʻllanilsada, hozirgi kunda mijozlar xatti-harakatlari murakkablashgani va alternativ maʼlumotlar hajmining ortgani sababli ularning samaradorligi cheklanmoqda. Shu bois mashinaviy oʻqitish algoritmlaridan foydalanish toʻlov qobiliyatini yuqori aniqlikda bashorat qilish imkonini bermoqda. Ushbu tadqiqot ana shu zamonaviy yondashuvlarning afzalliklari va amaliy samaradorligini tahlil qilgani bilan dolzarbdir. Mazkur Tadqiqotning maqsadi – kredit oluvchilarning toʻlov qobiliyatini aniqlash jarayonida mashinaviy oʻqitish algoritmlaridan foydalanishning ilmiy asoslarini oʻrganish, ularning samaradorligini solishtirish va eng optimal modelni taklif etishdan iborat. Tadqiqot natijalari banklar, moliyaviy tashkilotlar va kredit byurolari uchun amaliy ahamiyat kasb etib, risklarni boshqarish strategiyasini takomillashtirishga yordam beradi.

II.Shaxsni toʻlov qobiliyatini baholashning mavjud tizimlari va platformalari

Shaxsiy toʻlov qobiliyatini baholash – bu jismoniy shaxslarning kredit, kredit karta yoki boshqa moliyaviy majburiyatlarni oʻz vaqtida bajarish qobiliyatini aniqlash jarayoni boʻlib, banklar, moliya institutlari va fintech-kompaniyalar tomonidan qoʻllaniladi. Bu tizimlar orqali kredit riskini bashorat qilish, moliyaviy inkluziyani oshirish va noqonuniy kreditlashni kamaytirish mumkin. Statistik maʼlumotlarga koʻra, global miqyosda kredit reytinglash tizimlari yordamida kredit beruvchi

tashkilotlarning yoʻqotishlarini sezilarli darajada qisqartirishi mumkin.

1-jadval.Anʻanaviy kredit reytinglash tizimlari oʻrtasidagi asosiy parametrlar va baholash mezonlarining solishtirilishi.

Model	Turi	Xususiyatlari	Baholash	Afzalliklari	Cheklovlari
FICO-Score	Kredit-skoring-modeli	Kredit-tarixi, toʻlovlar, qarz, yangi kreditlar, kredit-turi	300-850	Sanoat-standarti, aniq va ishonchli, uzoq tarixga ega	Kredit-tarixi yoʻq mijozlarga mos emas
Vantage-Score	Kredit-skoring-modeli	Toʻlov-tarixi, utilization, kredit-yoshi	Taʼsir-darajasi	Yangi mijozlar baholashda mos	FICO-darajasida keng qabul-qilinmagan
Experian	Kredit-byurosi	Kredit-hisoblar, toʻlovlar, qarzar.	Oʻzining alohida "Exper-Score"-tizimi	Keng maʼlumot bazasi, real vaqt yangilanishi	Skoring-modeli emas faqat maʼlumot bazasi
Equifax	Kredit-byurosi	Toʻlov-tarixi, kredit-liniyalari, qarzar, monitoring maʼlumotlari	Oʻzining "Equ-Risk-Score" ham bor	Katta maʼlumot bazasi, korporativ xizmatlar	Faqat maʼlumot yigʻadi, skoring-modeli emas

Ushbu 1-jadvalda anʻanaviy kredit skoring tizimlari oʻrtasidagi farq asosan baholash metodologiyasida koʻrib chiqilgan, shuningdek, mijoz haqidagi maʼlumotlarning toʻplami bilan bogʻliq boʻlib, ularning kombinatsiyasi kredit xavfini aniqlashda yuqori samaradorlikni taʼminlaydi. [5-6].

2.2.Shaxsni toʻlov qobiliyatni baholashda sunʼiy intellekt texnologiyalari asosida yaratilgan platformalar.

Bugungi kunda sunʼiy intellekt texnologiyalari asosida yaratilgan platformalar Upstart, Zest AI, LenddoEFL, Tala, Creamfinance anʻanaviy maʼlumotlarni alternativ maʼlumotlar bilan birlashtirib, qarz riskini yanada tez va aniq baholash imkonini beradi. Ushbu yondashuv moliyaviy inkluziyani kengaytirish, qarz berish jarayonini avtomatlashtirish va yangi mijozlarni qamrab olishda samarali vosita hisoblanadi.



2-jadval.Sun'iy intellekt texnologiyalari asosida yaratilgan platformalar.

Kompaniya	Asosiy data manbalari	Afzalliklari	Tushuntirish / Regulyatorlik
Upstart	Byuro, bandlik, ta'lim, ilova ma'lumotlari	Online kreditlash, mijoz haqida kredit byurolarida juda kam ma'lumot mavjud bo'lgan holat.	Ochiqlik masalalari muhokama qilinadi, regulyator tekshiruvlari bo'lgan.
Zest AI	Byuro, keng funksiyalar to'plami, yangi ma'lumotlar	Banklarga mos, yuqori hajmli kreditlash	Explainable AI imkoniyatlarini taklif qiladi.
LenddoEFL	Mobil, ijtimoiy, psixometrik	Rivojlanayotgan bozorlarda va kredit byurolarida juda kam ma'lumot mavjud bo'lgan mijozlar	Psixometrik va maxfiylik masalalari ehtiyoj bo'lish kerak.
Tala	Byuro, bandlik, mintaqaviy ma'lumotlar	Mikrokreditlar, rivojlanayotgan bozorlar	Ma'lumotlar etikasi siyosati bor, qurilmaga asoslangan yondashuv.
Creamfinance	Byuro, raqamli xulq-atvor, mintaqaviy ma'lumotlar	Raqamli iste'mol kreditlash	Mahalliy bozor risklariga moslashgan.

Ushbu 2-jadvalda sun'iy intellektga asoslangan kredit skoring platformalari an'anaviy byuro ma'lumotlaridan tashqariga chiqib, mobil telefon, ijtimoiy tarmoqlar, psixometrik testlar va qurilmalarning xatti-harakatlarini tahlil qilish orqali kreditga layoqatlilikni aniqlamoqda. Natijada, ushbu texnologiyalar moliyaviy inklyuzivlikni oshirayotgan bo'lsa-da, ular shaffoflik va adolatli kreditlash uchun asosiy talab bo'lib qolmoqda [7-8].

III. Shaxsning to'lov qobiliyatini aniqlash modellari va algoritmlari.

Shaxsning to'lov majburiyatlarini o'z vaqtida bajarish qobiliyatini baholash jarayonida random forest, gradient boosting va support vector machines kabi mashina o'rganish algoritmlari keng qo'llaniladi. Ushbu algoritmlar yordamida yaratilgan matematik modellar kredit tashkilotlariga qarz oluvchining moliyaviy holatini chuqur tahlil qilish va kreditlar berish bo'yicha asosiy qarorlar qabul qilish imkonini beradi. Har bir algoritm shaxsning statistik va moliyaviy ko'rsatkichlari asosida to'lov qobiliyati aniqlashga xizmat qiladigan turli xil ma'lumotlarni qayta ishlash mexanizmlariga ega.

3.1.Random Forest:Model ko'plab Decision Tree asosidagi kichik modellar majmuasidan tashkil topadi, bunda har bir daraxt alohida mustaqil ravishda o'qitiladi va yakuniy natija ularning chiqishlarini birlashtirish orqali aniqlanadi.Algoritmnining muhim xususiyatlaridan biri tasodifiy xususiyatlar tanlash mexanizmidir. Har bir tugunda bo'linish jarayonida barcha mavjud belgilar emas, balki ularning tasodifiy tanlangan kichik qismi hisobga olinadi. Amaliyotda

tasniflash masalalari uchun odatda D , regressiya masalalari uchun esa taxminan $D/3$ qismi tanlanadi. Bu yerda D -umumiy xususiyatlar sonini anglatadi. Tanlangan belgilar asosida bo'linish sifati Gini impurity, Entropy yoki o'rtacha kvadratik xato (MSE) mezonlari orqali baholanadi.Tasniflash vazifalarida Random Forest algoritmi barcha qaror daraxtlarining ovozlari umumlashtiradi va natijada eng ko'p ovoz to'plagan sinf yakuniy chiqish sifatida tanlanadi, bu jarayon (1) formula orqali ifodalanadi.

$$T = \arg \max_p \sum_{j=1}^D g_j(a) \quad (1)$$

Bu yerda: $g_j(a)$ – agar j – daraxt a uchun p – sinfni tanlasa, qiymati 1 bo'ladi, aks holda 0 bo'ladi.

D – daraxtlar soni. (2) formulada regressiya masalalarida Random Forestdagi barcha daraxtlarning bashoratlari o'rtachasi olinadi:

$$T = \frac{1}{D} \sum_{j=1}^D g_j(a) \quad (2)$$

Bu yerda: $g_j(a)$ j – daraxtning a uchun bergan bashorati hisoblanadi [9-10].

3.2. Support Vector Machines Ushbu algoritmining asosiy vazifasi sinflarni bo'lish gipertekislikni topish va optimal chegaralarni support vectors yaratishdan iborat. SVMda optimal gipertekislikni topish aytaylik, bizda ikkita sinf mavjud va har bir sinf uchun a_i belgilar vektori va b_i sinf yorlig'i bor bo'lsin. Bunda: $a_j \in R^2$, $b_j \in \{-1, +1\}$ ya'ni ikki sinfda tasniflash uchun gipertekislik tenglamasi $wa + l = 0$ ko'rinishda bo'ladi. Bu yerda: w – gipertekislik uchun normal vector, l – gipertekislikning kompensatsiya qiymati hisoblanadi. SVM algoritmi optimal gipertekislikni topish uchun quyidagi (3) formulada optimallashtirish masalasini yechadi:



$$\min_{w,l} \frac{1}{2} \|w\|^2, \quad b_j(wa_j + l) \geq 1, \quad \forall_j = 1, 2, \dots, M \quad (3)$$

Bu yerda: $b_j(wa_j + l) \geq 1$ tenglamasi har bir nuqta aniq guruhlarda bo'lishini kafolatlaydi. Natijada yechim aniqlangach, gipertekislikning parametrikasi quyidagi (4) formula orqali aniqlanadi:

$$\varpi = \sum_{j=1}^M c_j b_j a_j, \quad l = b_j - \varpi \cdot a_j \quad (4)$$

SVM Algoritmining umumiy matematik modelida tasniflash uchun

$$f(x) = \text{sgn} \left(\sum_{j=1}^M c_j b_j (a_j, c) + l \right) \quad \text{formuladan}$$

foydalaniladi. SVM algoritmining matematik modeli, sinflarni aniq va optimal tarzda ajratadigan gipertekislikni aniqlash bilan yakunlanadi [9-10].

3.3. Mathematical model of Gradient Boosting Machines algorithm. Ushbu algoritmni asosiy matematik model sifatida, kuchli bashoratlar berish uchun bir nechta zaif modellarning yig'indisini ishlatadi. GBM quyidagi asosiy (5) va (8) formulalar orqali ifodalanadi: Matematik Model

$$T(x) = \sum_{m=1}^M y_m h_m(x) \quad (5)$$

Bu yerda: $T(x)$ - yakuniy model, M - umumiy modelning qatorlar soni, y_m - har bir modelning (tree) vazni, $h_m(x)$ -m-chi model.

Gradientni hisoblash:(6) formulada har bir iteratsiyada, modelning chiqishi bilan maqsadli qiymat orasidagi farqini hisoblanadi:

$$z_i(m) = - \frac{\partial L(y_i, T(x_i))}{\partial T(x_i)} \quad (6)$$

Bu yerda: $z_i(m)$ - i-chi misol uchun qoldiq, L — yo'qotish funksiyasi.

(7) formulada yangi modelni o'rgatish: Yangi model $h_m(x)$ qoldiqlar, $z_i(m)$ asosida o'rgatiladi:

$$h_m(x) = \arg \min_h \sum_{i=1}^N (z_i(m) - h(x_i))^2 \quad (7)$$

Yakuniy yangilanish: Model yangilanadi:
 $T(x) \leftarrow T(x) + \eta h_m(x)$

Bu yerda: η -O'rgatish darajasi [11-12].

XGBoost Algoritmining Matematik Modeli
:bu gradient bo'yoqlariga asoslangan kuchli va samarali mashinani o'rganish algoritmi. Uning asosiy maqsadi, tezlik va ishlashni optimal darajada ta'minlashdir. XGBoost quyidagi asosiy matematik (8) formula orqali ifodalanadi:

$$T(x) = \sum_{m=1}^M h_m(x) \quad (8)$$

Bu yerda: $T(x)$ - yakuniy model, M -modelda qo'shiladigan daraxtlar soni, $h_m(x)$ -m-chi qaror daraxti. Yo'qotish funksiyasi (9) formulada XGBoost uchun umumiy yo'qotish funksiyasi quyidagi shaklda ifodalanadi:

$$Y(y, T(x)) = \sum_{i=1}^N l(y_i, T(x_i)) + \sum_{m=1}^M \Omega(h_m) \quad (9)$$

Bu yerda: Y - umumiy yo'qotish, l - maqsadli va bashorat qilingan qiymatlar orasidagi yo'qotish (10) formulada $\Omega(h)$ modelning murakkabligini jazolovchi funktsiya:

$$\Omega(h) = \gamma A + \frac{1}{2} \lambda \sum_{i=1}^A \omega^2 j \quad (10)$$

Bu yerda: A — daraxtdagi tugunlar soni, γ va λ — jazolovchi parametrlar.

Gradient va Hessian: Har bir iteratsiyada, yangi qaror daraxti $h_i(m)$ qoldiqlarni minimallashtirish uchun o'rgatiladi. (11) formulada qoldiqlar Gradient va Hessian yordamida hisoblanadi

$$g_i(m) = - \frac{\partial Y(y_i, T(x_i))}{\partial T(x_i)}, \quad h_i(m) = - \frac{\partial^2 Y(y_i, T(x_i))}{\partial T(x_i)^2} \quad (11)$$

Bu yerda: $g_i(m)$ — gradient, $h_i(m)$ — Hessian.



(12) formulada yangi model $h_i(x)$ quyidagi formulada minimallashtiriladi:

$$h_m(x) = \arg \min_h \sum_{i=1}^N (g_i(m)h(x_i) + \frac{1}{2}h(x_i)^2h_i(m)) \quad (12)$$

O‘rgatilgan modelni yangilash jarayoni quyidagicha: $T(x) \leftarrow T(x) + \eta h_m(x)$

Bu yerda: η — o‘rgatish darajasi [13-14].

IV. Ma’lumotlar to‘plamini shakllantirish va tajriba natijalari.

Kredit so‘rovchilardan ma’lumotlarni yig‘ildi, ularning to‘lov qobiliyatini baholash maqsadida. Ushbu ma’lumotlar to‘plami yoshi, yillik daromadi, uy egasi, kredit miqdori, kredit tarixi va kredit holati o‘z ichiga oladi, bu esa shaxsning kreditni qaytarish ehtimolini bashorat qilishda yordam beradi. Ma’lumotlarni ochiq ma’lumotlar to‘plamidan olingan. Ma’lumotlar to‘plami 12 ta xususiyat va 32581 ta namunadan iborat.

person_age	person_income	person_home_ownership	person_emp_length	loan_intent	loan_grade	loan_amnt	loan_int_rate	loan_status	loan_percent_income	cb_person_default_on_file	cb_person_cred_hist_length
21	3900	RENT	3	PERSONAL	D	3500	16.00	1	0.59	Y	3
21	9900	OWN	5	EDUCATION	B	1000	11.14	0	0.1	N	2
25	9900	MORTGAGE	1	MEDICAL	C	3500	12.87	1	0.57	N	3
23	6500	RENT	4	MEDICAL	C	3500	15.23	1	0.53	N	2
24	3400	RENT	8	MEDICAL	C	3500	14.27	1	0.55	Y	4

1-rasm. Asosiy ma’lumotlar to‘plami

Quyidagi xususiyatlar bilan ishlaymiz:

- **Kirish xususiyatlari:** Yosh, yillik daromad, ish staji, kredit maqsadi, to‘lov darajasi, kredit miqdori, foizi stavka, foiz daromadga nisbati, standart to‘lovlar tarixi, kredit tarixining uzunligi.
- **Chiquvchi qiymat:** Kredit holati.

Ma’lumotlardan foydalanish uchun datasetni dasturlash muhitiga joylashtiramiz. Tahlil qilish va Madellar bilan ishlash uchun Python dasturlash tilidan va mashinaviy o‘qitish algaritmlari ishlaydigan kutubxonalaridan foydalaniladi [14-15].

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 32581 entries, 0 to 32580
Data columns (total 12 columns):
#   Column                                Non-Null Count  Dtype
---  ---                                -
0   person_age                            32581 non-null  int64
1   person_income                        32581 non-null  int64
2   person_home_ownership                32581 non-null  object
3   person_emp_length                    31686 non-null  float64
4   loan_intent                          32581 non-null  object
5   loan_grade                           32581 non-null  object
6   loan_amnt                           32581 non-null  int64
7   loan_int_rate                        29465 non-null  float64
8   loan_status                          32581 non-null  int64
9   loan_percent_income                  32581 non-null  float64
10  cb_person_default_on_file            32581 non-null  object
11  cb_person_cred_hist_length           32581 non-null  int64
dtypes: float64(3), int64(5), object(4)
memory usage: 3.0+ MB
```

2-rasm. Ma’lumotlar to‘plamidagi xususiyatlarni ko‘rinishi

Birinchidan, biz ma’lumotlar to‘plamida mavjud bo‘lmagan (NaN) qiymatlar bor-yo‘qligini aniqlash uchun ma’lumotlar to‘plamini tahlil qilamiz. Taklif qilingan algoritmlar NaN qiymatlarini qayta ishlay olmasligi sababli, ularni to‘ldirish yoki olib tashlash kerak. Bu jarayonda eng samarali usul raqamli o‘zgaruvchilar uchun o‘rtacha qiymatlarni va kategorik o‘zgaruvchilar uchun eng ko‘p uchraydigan qiymatlarni to‘ldirishdir [15-16].

```
NAN values handled in data0:
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 32581 entries, 0 to 32580
Data columns (total 12 columns):
#   Column                                Non-Null Count  Dtype
---  ---                                -
0   person_age                            32581 non-null  float64
1   person_income                        32581 non-null  float64
2   person_home_ownership                32581 non-null  object
3   person_emp_length                    32581 non-null  float64
4   loan_intent                          32581 non-null  object
5   loan_grade                           32581 non-null  object
6   loan_amnt                           32581 non-null  float64
7   loan_int_rate                        32581 non-null  float64
8   loan_status                          32581 non-null  float64
9   loan_percent_income                  32581 non-null  float64
10  cb_person_default_on_file            32581 non-null  object
11  cb_person_cred_hist_length           32581 non-null  float64
dtypes: float64(8), object(4)
memory usage: 3.0+ MB
```

3-rasm. To‘plamdagi NaN qiymatlarni to‘ldirildi.

Ushbu holatda, maqsad o‘zgaruvchisi sifatida “loan_status” nomli ustunni olamiz va xususiyatlar sifatida esa odatda boshqa ustun yoki barcha ustunlar ishlatiladi, biz qolgan barcha ustunlarni ishlatamiz. Ma’lumotlarni o‘qitish uchun train va test to‘plamlariga ajratib olamiz va dastlabki o‘qitishni



amalga oshirib model aniqliligini tekshiramiz. Algoritmilarni baholash usullari *sifatida Accuracy, precision, recall va f1-score* klassifikatsiya metrikalari ishlatiladi va modelning natijalarini turli nuqtai nazarlardan tahlil qilishga yordam beradi. [16-17].

3-jadval: Modellarni bashorat natijalari.

Model	Baholash usullari			
	Accu racy	Precision	Recall	F1- score
Random Forest	0.93	0.95	0.85	0.89
Support Vector Machines (SVM)	0.90	0.92	0.81	0.85
Gradient Boosting	0.92	0.93	0.85	0.88

Tadqiqot natijalari sifatida ushbu 3-jadvalda mashinaviy o'qitish algoritmlarining xususan, gradient boosting va random forestning an'anaviy tizimlarga nisbatan yuqori aniqlik 92–93% va moslashuvchanlikka ega ekanligini ko'rsatdi. Ushbu algoritmlar katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish va murakkab xatti-harakat naqshlarini aniqlashda samarali bo'lib, kredit tashkilotlari uchun defolt xavfini bashorat qilishda yordam beradi

V.Xulosa:

Ushbu tadqiqotda shaxsning to'lov qobiliyatini baholash jarayonida an'anaviy kredit skoring tizimlari va zamonaviy sun'iy intellekt asosidagi yondashuvlarning samaradorligi taqqoslab o'rganildi. Tadqiqot davomida olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, mashinaviy o'qitish algoritmlari kredit risklarini aniqlashda an'anaviy statistik modellar bilan solishtirganda yuqoriroq aniqlik va barqarorlikni ta'minlaydi. Xususan, random forest va gradient boosting kabi ansambl modellari murakkab va ko'p o'lchovli ma'lumotlar bilan ishlashda samarador natijalar qayd etdi. Mavjud amaliyotda keng qo'llaniladigan an'anaviy tizimlari kredit tarixiga

kuchli tayanadi. Ammo raqamli iqtisodiyot sharoitida mijozlarning moliyaviy xulqi ko'p qirrali bo'lib, alternativ ko'rsatkichlar xarajat dinamikasi, raqamli izlar, onlayn faoliyat va mobil to'lovlar tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Tadqiqotda o'rganilgan mashinaviy o'qitish modellari aynan shunday murakkab va ko'p omilli ma'lumotlarni chuqur tahlil qilish imkoniyatiga ega ekani aniqlandi.

Tajriba natijalariga ko'ra, random forest modeli 0.93 aniqlik ko'rsatkichiga ega bo'lib, ishonchli model sifatida qayd etildi. Gradient Boosting algoritmlari ham yuqori samaradorlik ko'rsatib, murakkab naqshlarni aniqlashda o'z ustunligini namoyon etdi. Tadqiqotdan olingan ilmiy xulosalar shuni anglatadiki, kredit risklarini baholash jarayonida mashinaviy o'qitish foydalanish nafaqat aniqlikni oshiradi, balki qaror qabul qilish vaqtini qisqartiradi, inson omili sababli yuzaga keladigan xatolarni kamaytiradi va kredit reyting tizimlarni sifatini yaxshilaydi. Bu moliyaviy barqarorlikni mustahkamlash bilan birga, aholining kredit tizimiga bo'lgan ishonchini oshirishga xizmat qiladi. Kelajakda sun'iy intellekt, mashinaviy o'qitish va blokcheyn texnologiyalarining integratsiyasi kredit tizimining samaradorligini yanada oshirib, moliyaviy sektorning raqobatbardoshligini mustahkamlaydi.

VI.Foydalanilgan adabiyotlar

1. Hicham Sadok, Fadi Sakka & Mohammed El Hadi El Maknouzi. "Artificial intelligence and bank credit analysis: A review". Cogent Economics & Finance (2022), 10: 2023262.
2. J. B, J. A. K. R and Ganesh D. P. S., "Credit Card Fraud Detection with Unbalanced Real and Synthetic dataset using Machine Learning models," 2022 International Conference on Electronic Systems and Intelligent Computing (ICESIC), Chennai, India, 2022, pp. 73-78, doi: 10.1109/ICESIC53714.2022.9783529.
3. Bedi, P., Goyal, S. B., & Kumar, J. Basic structure of artificial intelligence: A revolution in risk management and compliance. In 3rd International Conference on Intelligent Sustainable System (ICISS). Thootukudi, India: IEEE(2020).
4. Dusanov R.Q, Akhatov A.A., Methods for assessing credit risk using artificial intelligence models., republican scientific and practical conference



on the topic "Mathematical analysis and its applications to modern mathematical physics".,october 18, 2025, 312-313.

5. Dusanov R.Q., Application of machine learning algorithms in assessing individual solvency and analysis of their effectiveness., Collection of reports of the Republican scientific and practical conference on "Problems of modern information, communication technologies and IT-educational implementation", April 25-26, 2025, 326-328.

6. Nazarov F.M. Increasing data reliability in the system based on distributed methods. International scientific and practical conference on artificial intelligence and digital educational technologies: practice, experience, problems and prospects. Samarkand state university. June 3-4, 2024 p. 151-154.

7. Dileep M. R., Navaneeth A. V. and Abhishek M., "A novel approach for credit card fraud detection using decision tree and random forest algorithms", 2021 Third International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICV), pp. 1025-1028, February 2021.

8. N. Faizullo, S. Sariyev and Y. Sherzodjon, "Analyzing the Effectiveness of Ensemble Methods in Solving Multi-Class Classification Problems," 2025 International Russian Smart Industry Conference (SmartIndustryCon), Sochi, Russian Federation, 2025, pp. 788-793, doi: 10.1109/SmartIndustryCon65166.2025.10986248.

9. F.M. Nazarov., R.Q. Dusanov. "Application of artificial intelligence and machine learning algorithms in determining a person's solvency", International scientific journal Science and Innovation, Volume 4, Issue 6 , June 2025,ISSN: 2181-3337 |.,147-158.

10. Nazarov F.M., Yarmatov Sh.Sh. Artificial intellectual mechanisms in control systems and their application. "Scientific journal Samarkand state university", No. 3(133). 2022. p. 96-105.

11. Rose J. D., Christalin Nelson S., H. S. G, Nivasan D. and Bansal R., "Credit Card Fraud Legal Advisor Tool Using Machine Learning," 2022 IEEE 2nd Mysore Sub Section International Conference (MysuruCon), Mysuru, India, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/MysuruCon55714.2022.9972461.

12. S. Sariyev, I. Yalgoshev and M. Nuriddinova, "Traditional Methods and Modern Approaches Based on Ensemble Algorithms for Decision-Making in Diagnostics Using Medical

Data," 2025 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, Russian Federation, 2025, pp. 971-975, doi:

10.1109/RusAutoCon65989.2025.11177423.

13. Akhatov A.R., Nazarov F.M., Rashidov A.E. Increasing data reliability by using big data parallelization mechanisms. International conference on information science and communication technologies. November 4, 5, 6. ICISCT 2021(IEEE), art. no. 9670387.DOI:

10.1109/ICISCT52966.2021.9670387.

14. S. Sariyev, G. Negmatova and A. Sayidkulov, "Preparation Datasets Based on Artificial Intelligence Models and Classification Algorithms," 2025 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, Russian Federation, 2025, pp. 260-266, <https://doi.org/10.1109/RusAutoCon65989.2025.11177339>

15. S. Akhatkulov, I. Yalgoshev and J. Haydarov, "Different Warmup and Annealing Strategies for ANN Models to Predict Air Quality Index," 2025 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, Russian Federation, 2025, pp. 491-496, doi: 10.1109/RusAutoCon65989.2025.11177428.

16. S. Akhatkulov, I. Yalgoshev and Z. Urinboyev, "Vehicle CO2 Emission Prediction Using Deep Learning and Ensemble Machine Learning Methods," 2025 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, Russian Federation, 2025, pp. 819-824, doi: 10.1109/RusAutoCon65989.2025.11177377.

17. S. Akhatkulov, I. Yalgoshev and J. Haydarov, "Different Warmup and Annealing Strategies for ANN Models to Predict Air Quality Index," 2025 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, Russian Federation, 2025, pp. 491-496, doi: 10.1109/RusAutoCon65989.2025.11177428.

