International Scientific and Practical Conference Samarkand Institute of Economics and Service
Vol. 1 Issue 1 | pp. 391-402 **| ISSN:** XXXX-XXXX
Available online @ https://globalconf.net/index.php/samisi

Article

Prospects for Implementing Multi-Factor Authentication in Uzbekistan

Ruziyev Shaxzod Behzod o'g'li[1], Toshnazarova Lola Shuxratillayevna[2]

1. Master's Student, Samarkand Institute of Economics and Service
2. Department of "Taxes and Taxation", Samarkand Institute of Economics and Service, PhD, Acting Associate Professor

* Correspondence: Shaxzodruziyev87@gmail.com; toshnazarovalola86@gmail.com

Abstract: This article examines the prospects for employing enhanced user authentication mechanisms—specifically, multi-factor authentication (MFA)—within the context of the expanding landscape of digital services and financial technologies in Uzbekistan. The empirical component of the study is based on machine learning research derived from data from the Uganda FinScope 2023 survey, which serves as a case study of international experience rather than as a source of statistics for Uzbekistan. The UTAUT constructs, machine learning algorithms, SHAP interpretations, and model outcomes presented are logically linked to Uzbekistan's ongoing digital transformation and current institutional requirements regarding cybersecurity. While the findings do not provide direct statistical estimates for Uzbekistan, they demonstrate the potential for a data-driven approach to the implementation of MFA—one that accounts for factors such as digital trust, ease of use, social influence, digital readiness, and infrastructural conditions. In this international model, the Gradient Boosting algorithm yielded the best performance, achieving an accuracy of 0.838, an F1-score of 0.835, and an AUC–ROC of 0.928. These results should be interpreted not as ready-made indicators for Uzbekistan, but rather as a methodological benchmark for developing models within a national database in the future.

Keywords: multi-factor authentication, cybersecurity, machine learning, UTAUT, artificial intelligence, digital financial services, Uzbekistan, Gradient Boosting.

Citation: O'g'li, R. S. B., & Shuxratillayevna, T. L. Prospects for Implementing Multi-Factor Authentication in Uzbekistan. International Scientific and Practical Conference Samarkand Institute of Economics and Service 2026, 1(1), 391-402.

Received: 24th Aug 2026
Revised: 26th Sep 2026
Accepted: 28th Oct 2026
Published: 22nd Nov 2026

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

1. Kirish

Raqamli xizmatlarning kengayishi bilan axborot tizimlari, elektron davlat xizmatlari, bank-moliya platformalari va boshqa raqamli servislarning ishonchli ishlashi kiberxavfsizlik masalasini iqtisodiy va institutsional rivojlanishning muhim shartlaridan biriga aylantirmoqda. O'zbekiston Respublikasining rasmiy ma'lumotlarida "Raqamli O'zbekiston - 2030" strategiyasi doirasida davlat boshqaruvi va boshqa sohalarda zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini keng joriy etish davom etayotgani qayd etilgan. 2026-yil 10-martda kiberxavfsizlik strategiyasini belgilash va kiberjinoyatchilikning oldini olish tizimini takomillashtirishga qaratilgan Prezident Farmoni imzolangan. Bu jarayon raqamli tizimlardan foydalanishni kengaytirish bilan birga, foydalanuvchi hisoblari va axborot resurslariga ruxsatsiz kirish xavfini kamaytirishga qaratilgan amaliy mexanizmlarni ham rivojlantirishni talab qiladi.

O'zbekistonning muhim axborot infratuzilmasi obyektlari qatoriga bank-moliya tizimi, davlat boshqaruvi va davlat xizmatlari, transport, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari hamda boshqa strategik sohalardagi axborotlashtirish tizimlari kiritilgan.

2023-yil 31-maydagi PQ-167-son qarorda bunday obyektlarda ruxsatsiz foydalanishning oldini olish, himoyalanganlikni baholash, tahdid va zaifliklarni aniqlash hamda kiberhimoyani uzluksiz tashkil etish bo‘yicha talablar belgilangan. Shu nuqtayi nazardan, autentifikatsiya jarayonini kuchaytirish raqamli muhitda foydalanuvchi identifikatsiyasini himoyalashning muhim tarkibiy qismi sifatida qaralishi mumkin.

O‘zbekiston Milliy statistika qo‘mitasining SIAT ma’lumotlariga ko‘ra, internetga ulanish imkoniyatiga ega abonentlar soni 2021-yildagi 22 987,2 mingdan 2025-yilda 36 195,1 mingtagacha oshgan. Internetga ulangan abonentlar soni ham shu davrda 21 577,5 mingdan 29 791,9 mingtagacha ko‘paygan. Demak, raqamli muhit foydalanuvchilari va raqamli xizmatlardan foydalanish ko‘lami kengayib borayotgan sharoitda hisoblarni himoyalash masalasi ham amaliy ahamiyat kasb etadi.

Shu sharoitda ko‘p omilli autentifikatsiya (Multi-Factor Authentication - MFA) foydalanuvchining faqat parolga tayanib qolmasdan, bir nechta mustaqil autentifikatsiya omillari orqali tasdiqlanishini nazarda tutadi. Biroq MFAning texnik jihatdan mavjudligi uning avtomatik ravishda keng qo‘llanilishini anglatmaydi. Foydalanuvchining raqamli ishonchi, tizimdan foydalanish qulayligi, raqamli savodxonlik, ijtimoiy ta’sir va infratuzilma sharoitlari uning qabul qilinishiga ta’sir qilishi mumkin. Shu sababli texnologik yechimning o‘zi bilan bir qatorda, foydalanuvchi xulq-atvorini tahlil qiluvchi usullar ham zarur.

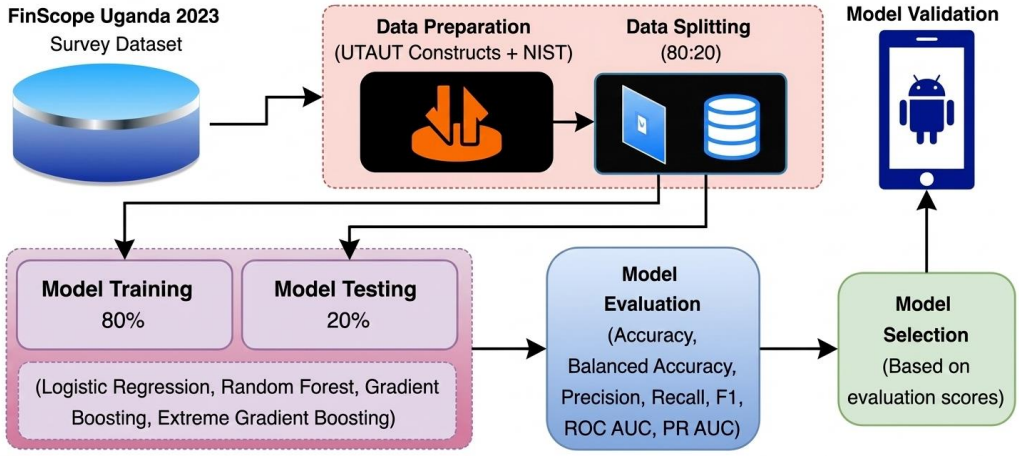
Mazkur maqolaning maqsadi O‘zbekistonda MFAni rivojlantirish uchun metodik asosni shakllantirish va Uganda tajribasida qo‘llangan mashinali o‘rganish hamda UTAUT yondashuvining O‘zbekiston sharoitida qanday qo‘llanishi mumkinligini ilmiy asoslashdan iborat. Bunda Uganda bo‘yicha mavjud empirik natijalar O‘zbekiston ko‘rsatkichlari sifatida talqin qilinmaydi; ular O‘zbekiston uchun xorijiy benchmark va metodik namuna sifatida ishlatiladi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot ikki o‘zaro bog‘liq qismga tayangan. Birinchi qism - O‘zbekistonning rasmiy normativ-huquqiy va raqamli rivojlanish kontekstini tahlil qilish. Ikkinchi qism - Kato, Obbo va Kimera tomonidan 2026-yilda e’lon qilingan Uganda tadqiqotidagi metodologik va empirik natijalarni xorijiy tajriba sifatida tizimlashtirish. Original tadqiqot FinScope Uganda 2023 ma’lumotlar to‘plamidagi 3 176 ta respondentdan foydalangan va UTAUT konstruktlarini xavfsizlik xulq-atvori ko‘rsatkichlari bilan birlashtirgan. Tadqiqotda Logistic Regression, Random Forest, Gradient Boosting, XGBoost, CNN va LSTM modellaridan foydalanilgan.

O‘zbekiston uchun moslashtirishda asosiy metodik prinsip - xorijiy natijalarni milliy statistikaga aylantirmaslik. Shu sababli quyidagi jadval va diagrammalarda keltirilgan raqamlar, modellar va grafik shakllar o‘zgartirilmaydi. Ular Uganda tajribasining empirik namunasi sifatida saqlanadi. Har bir jadval yoki diagrammadan oldin uning maqoladagi vazifasi, undan keyin esa O‘zbekiston sharoitidagi ilmiy ahamiyati tushuntiriladi. Bu yondashuv xorijiy tajribani ko‘r-ko‘rona ko‘chirish emas, balki metodologik jihatdan taqqoslash imkonini beradi.

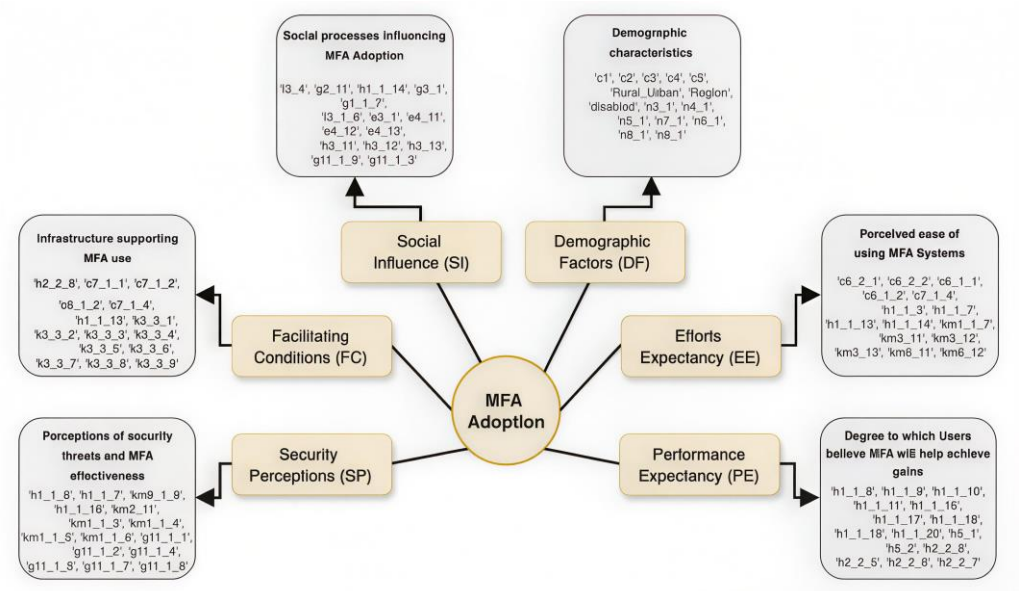
Xorijiy tadqiqotning metodik mantiqini ko‘rsatish uchun avvalo uning ma’lumotlarni tayyorlashdan model validatsiyasigacha bo‘lgan umumiy jarayoni keltiriladi. Mazkur sxema O‘zbekiston sharoitida ham MFAni qabul qilish ehtimolini baholash uchun qanday bosqichma-bosqich analitik pipeline tashkil etish mumkinligini tushuntirishga xizmat qiladi.



1-rasm. MFAni qabul qilishni bashorat qilishning taklif etilgan umumiy pipeline'i[1].

Rasmda Uganda tadqiqotida ma'lumotlarni tayyorlash, ularni o'qitish va test qismlariga ajratish, modelni o'qitish, baholash hamda validatsiya bosqichlari izchil bog'langan. O'zbekiston uchun mazkur tuzilmaning asosiy ahamiyati shundaki, kelgusida banklar, to'lov tashkilotlari yoki davlat raqamli xizmatlaridan foydalanish bo'yicha anonimlashtirilgan milliy ma'lumotlar shakllantirilsa, xuddi shunday ketma-ketlik asosida MFA qabul qilinishini prognozlash mumkin.

UTAUT modeli texnologiyani qabul qilish jarayonini faqat texnik imkoniyat bilan emas, balki foydalanuvchining kutishi, foydalanishdagi sa'y-harakatlari, ijtimoiy ta'sir va mavjud sharoitlar orqali izohlashga imkon beradi. Original Uganda tadqiqotida ushbu konstruktlarga xavfsizlikni idrok etish va demografik omillar ham qo'shilgan. Quyidagi sxema aynan shu nazariy xaritaning o'zini saqlagan holda keltirilmoqda.



2-rasm. UTAUT konstruktlari va o'zgaruvchilarning xaritalanishi[2].

O'zbekiston uchun bu xaritalash bank-moliya ilovalari, elektron davlat xizmatlari va boshqa raqamli platformalarda MFAga munosabatni o'rganishda foydali bo'lishi mumkin. Masalan, "xavfsizlikni idrok etish" foydalanuvchining qo'shimcha autentifikatsiya bosqichini himoya chorasi sifatida qabul qilishini, "sa'y-harakat kutilmasi" esa qo'shimcha kod yoki biometrik tasdiqlashni qanchalik qulay deb baholashini ifodalashi mumkin.

[1] Kato, Obbo va Kimera (2026). Mazkur grafik xorijiy empirik tajriba namunasi sifatida o'zgartirilmasdan keltirildi.
[2] Kato, Obbo va Kimera (2026). Mazkur grafik xorijiy empirik tajriba namunasi sifatida o'zgartirilmasdan keltirildi.

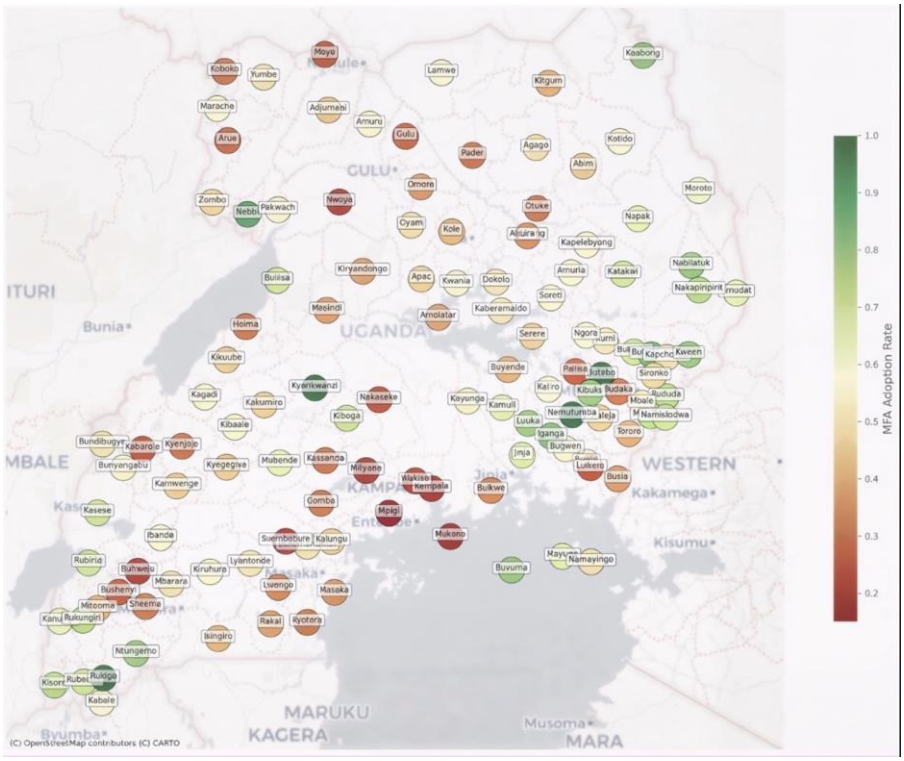
Quyidagi jadval O‘zbekiston aholisi yoki O‘zbekiston raqamli xizmatlari bo‘yicha statistik ma’lumot emas. U Uganda FinScope 2023 tadqiqotidagi 3 176 respondentning UTAUT konstruktlari bo‘yicha tavsifiy natijalarini aynan saqlaydi. Jadvalning maqolaga kiritilishidan maqsad - foydalanuvchi ishonchi, foydalanish qulayligi va ijtimoiy omillarning MFA qabul qilinishidagi mumkin bo‘lgan rolini empirik misol orqali ko‘rsatish.

1-jadval. MFA qabul qilinishini o‘rganishda foydalanilgan asosiy konstruktlarning tavsifiy statistikasi[3].

Constructs	Count	Mean	Std dev	25%	50%	75%
Performance expectancy score	3176	2.24	0.74	1.50	2.50	3.00
Effort expectancy score	3176	1.55	0.30	1.40	1.60	1.60
Social influence score	3176	3.30	0.80	2.83	3.50	3.83
Facilitating conditions score	3176	1.69	0.36	1.40	1.75	1.83
Security perceptions score	3176	2.16	0.66	1.67	2.00	2.75
Demographic factors score	3176	3.08	1.79	2.40	2.80	3.40

Original natijalarda xavfsizlikni idrok etish, performance expectancy, effort expectancy va facilitating conditions ko‘rsatkichlari besh ballik shkalaning o‘rta nuqtasidan past bo‘lgan, ijtimoiy ta’sir va demografik omillar esa yuqoriroq qiymatga ega bo‘lgan. O‘zbekiston uchun bundan olinadigan ilmiy xulosa raqamlarning o‘zini ko‘chirish emas, balki milliy so‘rovnomada aynan shu konstruktlarni o‘lchash zarurligidir.

MFA qabul qilinishining hududiy farqlarini tushunish raqamli tenglik masalasini ham ochib beradi. Uganda tadqiqotida ayrim shahar hududlarida kutilganidan past, ayrim qishloq hududlarida esa yuqori qabul qilish ko‘rsatkichlari aniqlangan. Bu natija “shahar doimo ilg‘or” degan oddiy taxmin yetarli emasligini ko‘rsatadi. O‘zbekiston uchun hududiy tahlilni qo‘llashda internet infratuzilmasi, raqamli savodxonlik, xizmatlarning qulayligi va foydalanuvchi ishonchi birgalikda baholanishi kerak.



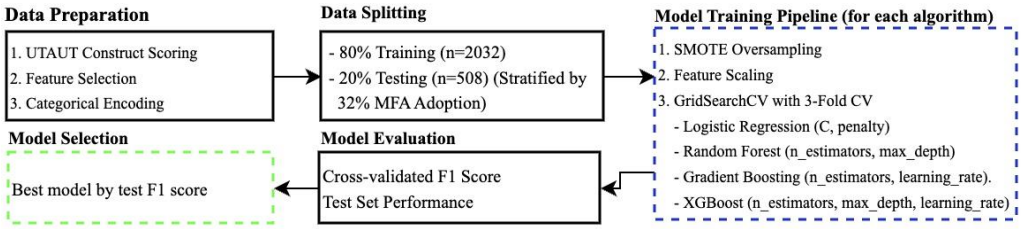
3-rasm. Uganda hududlari bo‘yicha MFA qabul qilinish darajalari[4].

[3] Kato, Obbo va Kimera (2026). Jadvaldagi raqamlar va tuzilma asl xorijiy tadqiqotdagi ko‘rinishda saqlandi.

[4] Kato, Obbo va Kimera (2026). Mazkur grafik xorijiy empirik tajriba namunasi sifatida o‘zgartirilmasdan keltirildi.

Mazkur xarita O‘zbekiston hududlari uchun tayyor ko‘rsatkich bermaydi. Biroq uning metodik ahamiyati yuqori: kelgusida O‘zbekistonning viloyatlari kesimida MFA foydalanish darajasi bo‘yicha ma’lumotlar yig‘ilsa, hududiy tafovutlarni aniqlash va ularni raqamli infratuzilma hamda foydalanuvchi xulq-atvori bilan bog‘lash mumkin.

Original tadqiqotda MFA qabul qilinishini ikki sinfga ajratib bashorat qilish uchun nazorat ostidagi mashinali o‘rganish usuli qo‘llangan. Ma’lumotlar 80:20 nisbatda o‘qitish va test qismlariga ajratilgan, sinflar nomutanosibligini kamaytirish uchun SMOTE usuli o‘qitish foldlari doirasida ishlatilgan. Model tanlashda aniqlik, F1-score va AUC–ROC kabi mezonlardan foydalanilgan. Bu yondashuv O‘zbekiston uchun ham foydalanuvchilarning MFAni qabul qilish ehtimolini segmentatsiya qilishda istiqbolli metodik asos bo‘la oladi.



4-rasm. Xorijiy tadqiqotda modelni o‘qitish jarayoni[5].

Rasmda ma’lumotlarni tayyorlash, data splitting, har bir algoritm bo‘yicha model treningi va cross-validation orqali baholash bosqichlari ko‘rsatilgan. O‘zbekiston sharoitida bunday pipeline faqat milliy ma’lumotlar yetarli hajmda va sifatli yig‘ilgandagina amaliy prognozlash vositasiga aylanishi mumkin. Shuning uchun birinchi bosqich sifatida anonimlashtirilgan, reprezentativ va vaqt bo‘yicha yangilanadigan ma’lumotlar bazasini shakllantirish muhim.

Modelni optimallashtirishda algoritmga mos giperparametrlarni qidirish qo‘llanilgan. Quyidagi jadval original tadqiqotdagi parametrlar va qidiruv qiymatlarini aynan saqlaydi. U O‘zbekiston uchun parametrlar “tayyor” degan ma’noni anglatmaydi; aksincha, milliy model ishlab chiqilganda sinovdan o‘tkazilishi mumkin bo‘lgan metodik benchmark sifatida qaraladi.

2-jadval. Model optimallashtirish uchun qo‘llanilgan giperparametrlar qidiruv maydoni[6].

Model	Hyperparameter	Search values
Logistic Regression	Regularization penalty	L2
	Regularization strength (C)	{0.1, 1, 10}
	Solver	liblinear
Random Forest	Number of estimators	{100, 300, 500}
	Maximum tree depth	{None, 10, 20}
	Minimum samples per split	{2, 5}
	Minimum samples per leaf	{1, 2}
Gradient Boosting	Learning rate	{0.01, 0.05, 0.1}
	Number of estimators	{100, 200, 300}
	Maximum tree depth	{3, 5}
	Subsample ratio	{0.8, 1.0}
XGBoost	Learning rate (η)	{0.01, 0.1}

[5] Kato, Obbo va Kimera (2026). Mazkur grafik xorijiy empirik tajriba namunasi sifatida o‘zgartirilmasdan keltirildi.
[6] Kato, Obbo va Kimera (2026). Jadvaldagi raqamlar va tuzilma asl xorijiy tadqiqotdagi ko‘rinishda saqlandi.

	Maximum tree depth	{3, 6}
	L1 regularization (α)	{0, 1}
	L2 regularization (λ)	{0, 1}
	Subsample ratio	{0.8, 1.0}
	Column subsample by tree	{0.8, 1.0}

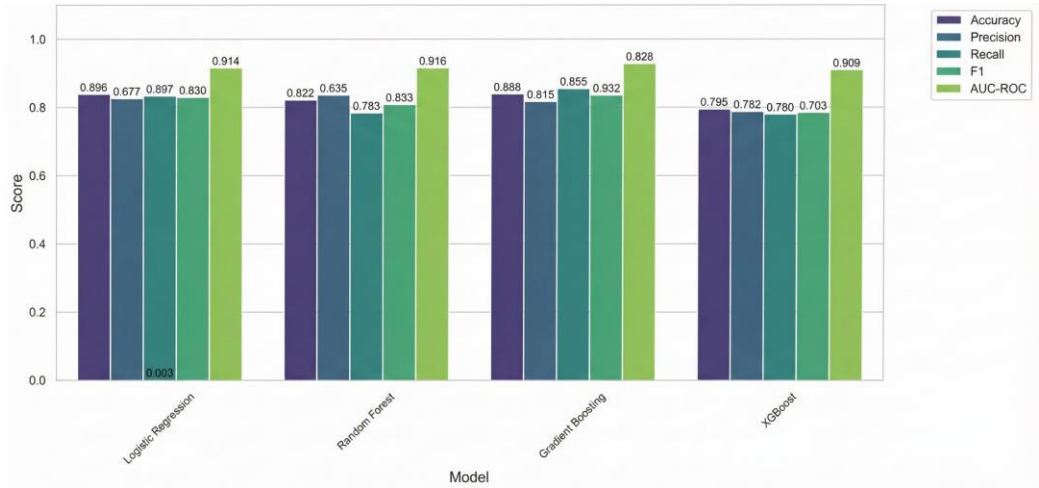
Mazkur jadvalning O‘zbekiston uchun amaliy qiymati algoritmlarni bir-biriga solishtirishda metodik shaffoflikni ta’minlashidadir. Kelgusidagi milliy tadqiqotda parametrlar ma’lumotlar hajmi, sinf nomutanosibligi va hisoblash resurslariga qarab qayta optimallashtirilishi lozim.

Quyidagi jadval Uganda moliyaviy xizmatlar ekotizimida sinovdan o‘tkazilgan klassifikatsiya modellarining natijalarini beradi. U O‘zbekiston bo‘yicha natija emas, balki “qaysi algoritm bunday turdagi tabulyar va xulq-atvor ma’lumotlarida yaxshi ishlashi mumkin?” degan metodik savolga xorijiy javob sifatida kiritilgan.

3-jadval. Klassifikatsiya modellarining baholash mezonlari bo‘yicha taqqoslanishi[7].

Model	Accuracy	F1-score	AUC–ROC
Logistic Regression	0.836	0.830	0.914
Random Forest	0.822	0.808	0.915
Gradient Boosting	0.838	0.835	0.928
XGBoost	0.764	0.783	0.909

Uganda namunasida Gradient Boosting barcha uchta asosiy mezon bo‘yicha eng yuqori natijani qayd etgan: aniqlik 0,838, F1-score 0,835 va AUC–ROC 0,928. Bu O‘zbekiston uchun ham aynan shu model eng yaxshi ishlaydi degani emas. Biroq tabulyar, xulq-atvor va kontekstual belgilar birlashtirilgan ma’lumotlarda ansambl usullarini alohida sinovdan o‘tkazish zarurligini ko‘rsatadi.



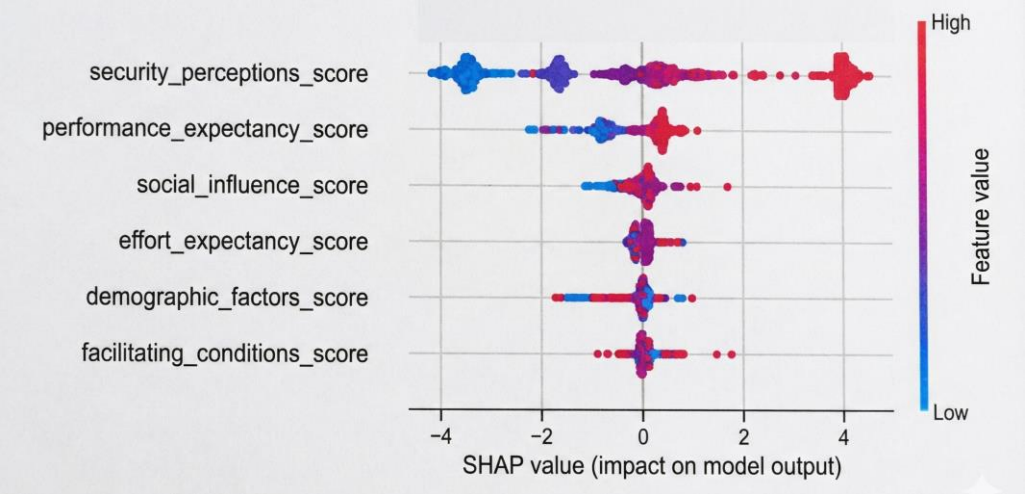
5-rasm. Modellarning ishlash ko‘rsatkichlari bo‘yicha taqqoslanishi[8].

Ushbu diagramma jadvaldagi raqamlarning vizual ifodasidir. O‘zbekiston uchun uning vazifasi milliy model qurilganda bir nechta algoritmni yagona mezonlar asosida taqqoslash zarurligini ko‘rsatishdan iborat. Shunday yondashuv tanlangan modelning faqat aniqligi emas, balki muvozanatli klassifikatsiya qobiliyatini ham baholash imkonini beradi.

[7] Kato, Obbo va Kimera (2026). Jadvaldagi raqamlar va tuzilma asl xorijiy tadqiqotdagi ko‘rinishda saqlandi.

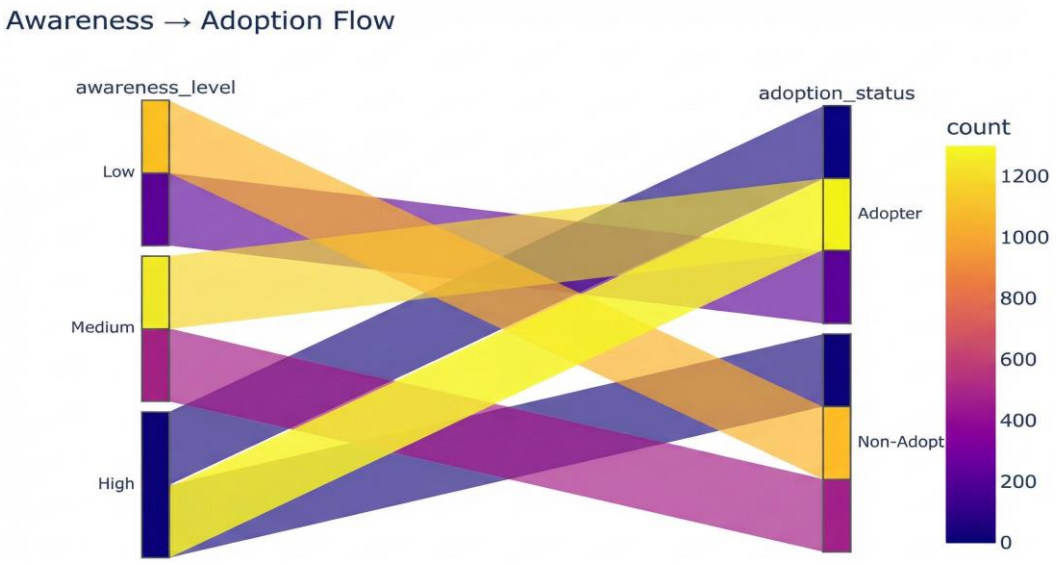
[8] Kato, Obbo va Kimera (2026). Mazkur grafik xorijiy empirik tajriba namunasi sifatida o‘zgartirilmasdan keltirildi.

Mashinali o‘rganish modelining afzalligi faqat prognoz aniqligida emas, balki prognozga qaysi omillar ko‘proq ta’sir qilayotganini tushuntirish imkoniyatidadir. Original tadqiqotda SHAP yondashuvi orqali security perceptions va performance expectancy kabi belgilar muhim omillar sifatida ajratilgan. Bu natija O‘zbekiston uchun ham modelning “qora quti” bo‘lib qolmasligi, balki qaror qabul qiluvchiga tushunarli indikatorlar bilan ta’minlanishi kerakligini ko‘rsatadi.



6-rasm. Gradient Boosting modeli uchun SHAP summary plot[9].

Diagrammadagi omillar Uganda respondentlari asosida aniqlangan. O‘zbekiston sharoitida esa SHAP tahlili milliy ma’lumotlar asosida foydalanuvchi ishonchi, raqamli xizmatlardan foydalanish tajribasi, qulaylik, ijtimoiy ta’sir va boshqa omillarning nisbiy ahamiyatini aniqlash uchun qo‘llanishi mumkin.



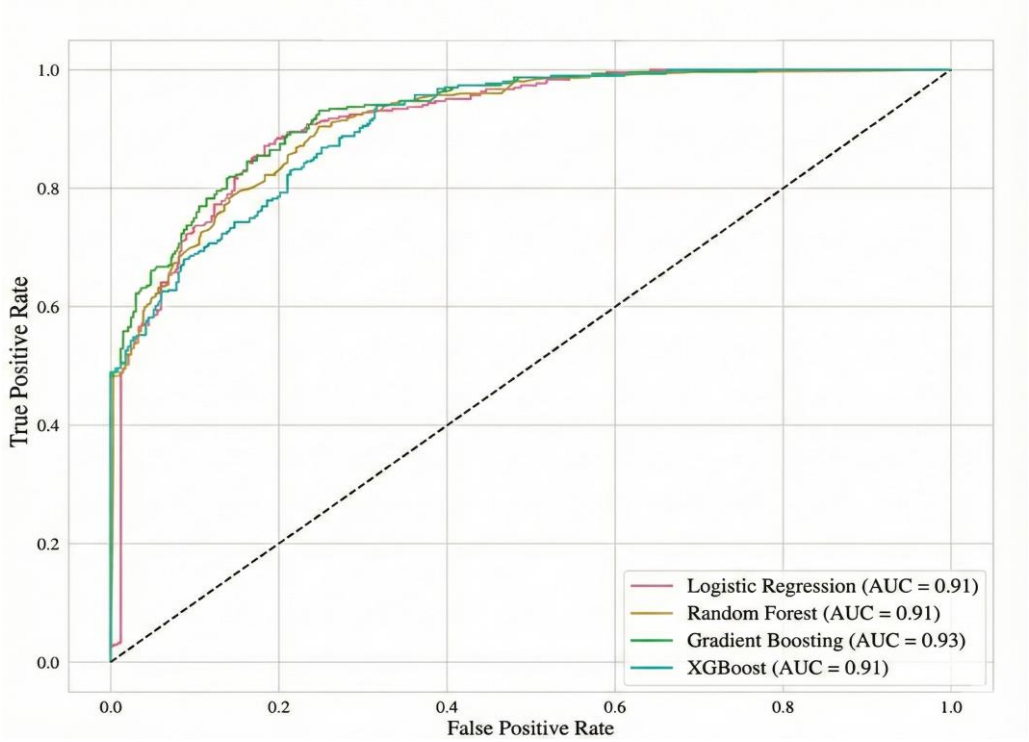
7-rasm. Xabardorlik darajasi va MFAni qabul qilish oqimi[10].

Parallel categories ko‘rinishidagi ushbu diagramma foydalanuvchi xabardorligi bilan MFAni qabul qilish holati o‘rtasidagi bog‘liqlikni vizual ko‘rsatadi. O‘zbekiston uchun bunday yondashuv raqamli xavfsizlik bo‘yicha axborot-targ‘ibot ishlari samaradorligini segmentlar kesimida baholashga xizmat qilishi mumkin.

ROC egri chizig‘i klassifikatsiya modelining turli chegaralarda ajratish qobiliyatini baholashga imkon beradi. Uganda tajribasida Gradient Boosting eng yuqori AUC

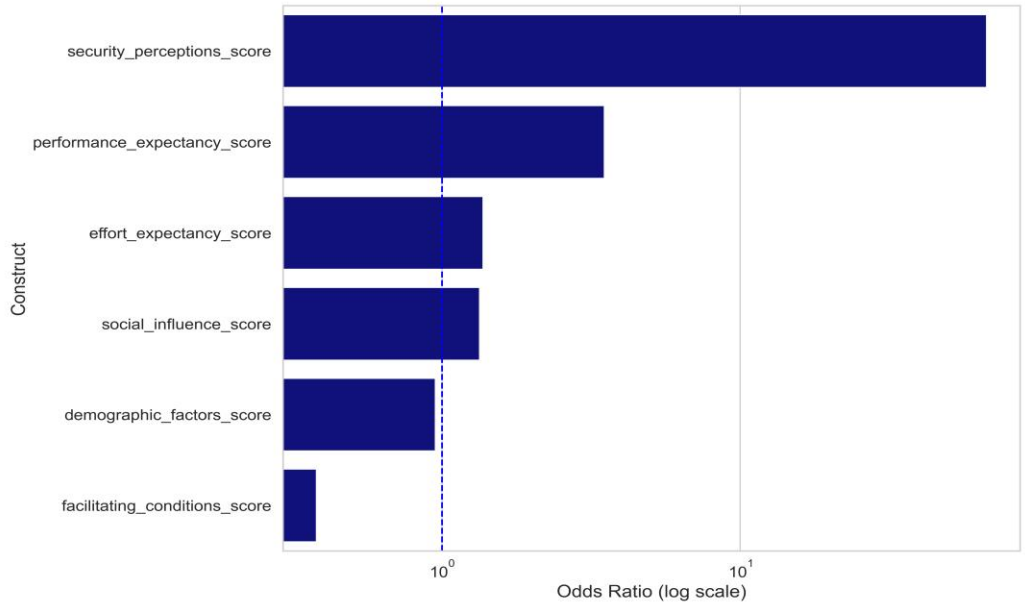
[9] Kato, Obbo va Kimera (2026). Mazkur grafik xorijiy empirik tajriba namunasi sifatida o‘zgartirilmasdan keltirildi.
[10] Kato, Obbo va Kimera (2026). Mazkur grafik xorijiy empirik tajriba namunasi sifatida o‘zgartirilmasdan keltirildi.

qiymatini ko‘rsatgan. Quyidagi grafik aynan original tadqiqotdagi ko‘rinishda saqlanib, O‘zbekiston uchun kelgusidagi modelni baholash mezoniga metodik namuna sifatida berilmoqda.



8-rasm. Klassifikatsiya modellarining ROC egri chiziqlari[11].

Logistik regressiya natijalari esa ayrim omillarning MFAni qabul qilish ehtimoli bilan ijobiy yoki salbiy bog‘lanishini odds ratio orqali talqin qilish imkonini beradi. Bu usul O‘zbekiston sharoitida siyosiy va boshqaruv qarorlarini izohlash uchun ham foydali bo‘lishi mumkin, chunki u model natijasini oddiy statistik talqinga yaqinlashtiradi.



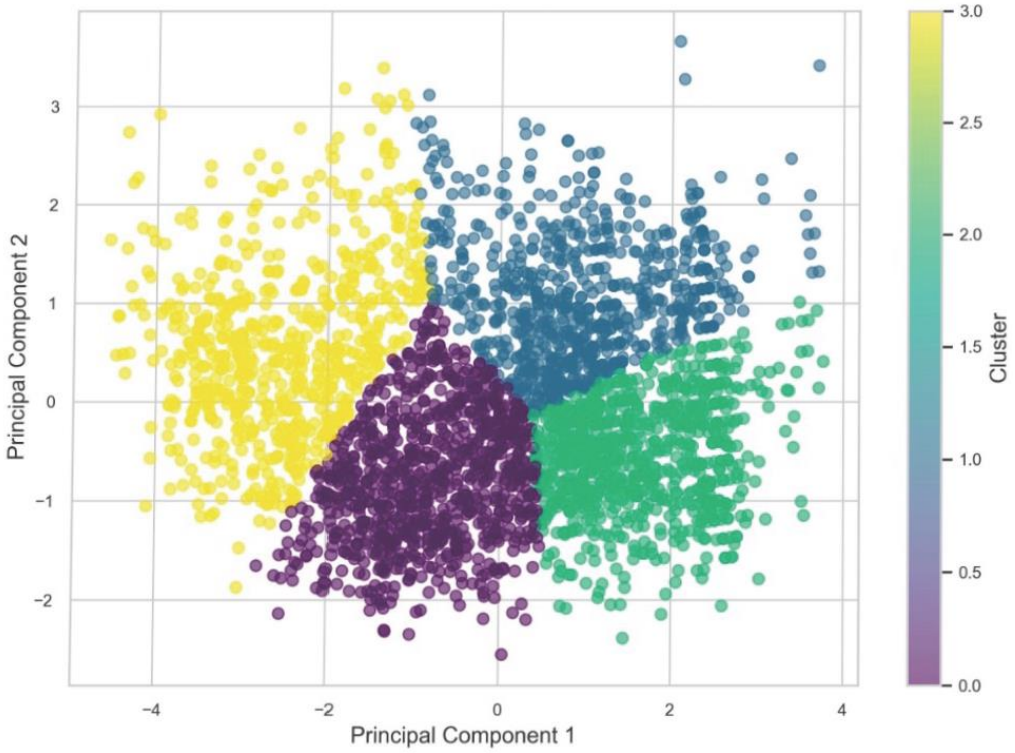
9-rasm. Logistik regressiya uchun odds ratio ko‘rsatkichlari[12].

Original tadqiqotda security perception va performance expectancy ijobiy predictorlar, effort expectancy esa salbiy bog‘liq omil sifatida qayd etilgan. Bunday

[11] Kato, Obbo va Kimera (2026). Mazkur grafik xorijiy empirik tajriba namunasi sifatida o‘zgartirilmasdan keltirildi.
[12] Kato, Obbo va Kimera (2026). Mazkur grafik xorijiy empirik tajriba namunasi sifatida o‘zgartirilmasdan keltirildi.

natijani O‘zbekiston uchun to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘chirish mumkin emas; milliy foydalanuvchilar bo‘yicha alohida empirik tekshiruv zarur.

Foydalanuvchilarni xulq-atvor belgilariga ko‘ra segmentatsiya qilish MFA siyosatini bir xil yondashuv asosida emas, balki turli guruhlarga mos ravishda tashkil etish imkonini beradi. Original tadqiqotda PCA yordamida latent fazo, K-means yordamida esa turli ehtimollikdagi foydalanuvchi klasterlari aniqlangan. Bu metod O‘zbekistonda ham “yuqori ishonchli”, “ehtiyotkor” yoki “infratuzilmaviy cheklangan” foydalanuvchi guruhlarini aniqlash uchun kelgusida qo‘llanishi mumkin.



10-rasm. Latent fazodagi foydalanuvchi klasterlari[13].

Mazkur ikki grafik birgalikda foydalanuvchilar xulq-atvoridagi yashirin tuzilmalarni aniqlashga xizmat qiladi. O‘zbekiston uchun bunday segmentatsiya xavfsizlik bo‘yicha maqsadli kommunikatsiya, MFAni joriy etishni bosqichma-bosqich amalga oshirish va raqamli savodxonlik dasturlarini aniq guruhlarga yo‘naltirish imkonini beradi.

Original ishda yuqori natija ko‘rsatgan modelni amaliy tekshirish maqsadida Android platformasi uchun UTAUT asosidagi MFA predictor ilovasi ishlab chiqilgan. Foydalanuvchi beshta konstrukt bo‘yicha o‘z baholarini kiritadi va model MFAni qabul qilish ehtimolini hisoblaydi. Bu konsepsiya O‘zbekiston uchun ham bank, fintech yoki davlat raqamli xizmatlari doirasida foydalanuvchi xavfsizlik tayyorgarligini baholash vositasi sifatida qiziqarli yo‘nalish hisoblanadi.

[13] Kato, Obbo va Kimera (2026). Mazkur grafik xorijiy empirik tajriba namunasi sifatida o‘zgartirilmasdan keltirildi.



11-rasm. UTAUT asosidagi MFA predictor ilovasi[14].

Original validatsiyada 120 ishtirokchi qatnashgan va ularning 83 foizi interfeysni tushunarli deb baholagan, 78 foizi model prognozlarini o‘z xatti-harakatlariga mos deb topgan, 67 foizi esa berilgan tavsiyalarni qaror qabul qilishda foydali deb hisoblagan. Ushbu ko‘rsatkichlar Uganda namunasiga tegishli bo‘lib, O‘zbekistonga ko‘chirilmaydi. Biroq ular milliy prototip yaratishda foydalanuvchi interfeysi, qulaylik va tushuntiriladigan tavsiyalarning ahamiyatini ko‘rsatadigan xorijiy tajriba sifatida xizmat qiladi.

Original tadqiqotda tabulyar so‘rovnoma ma’lumotlari uchun klassik ansambl algoritmlari bilan CNN va LSTM neyron tarmoqlari ham taqqoslangan. Quyidagi jadvalda raqamlar o‘zgartirilmagan. U O‘zbekiston uchun qaysi modelni avtomatik ravishda tanlash kerakligini emas, balki model arxitekturasi ma’lumotlarning tuzilishiga mos kelishi zarurligini ko‘rsatadigan xorijiy benchmarkdir.

4-jadval. Klassik va neyron tarmoq modellarining MFA qabul qilinishini bashorat qilishdagi natijalari[15].

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	AUC–ROC
Logistic Regression	0.836	0.837	0.823	0.830	0.914
Random Forest	0.822	0.825	0.791	0.808	0.915
Gradient Boosting	0.838	0.841	0.829	0.835	0.928
XGBoost	0.764	0.789	0.777	0.783	0.909
CNN	0.706	0.776	0.538	0.635	0.845
LSTM	0.643	0.811	0.327	0.466	0.757

Uganda ma’lumotlarida Gradient Boosting CNN va LSTMga nisbatan yuqoriroq natija ko‘rsatgan. Buning mumkin bo‘lgan sababi so‘rovnoma belgilarining tasvir yoki ketma-ket signal kabi tabiiy fazoviy yoki vaqt bo‘yicha bog‘liqlikka ega emasligidir. O‘zbekiston uchun ham shu mantiqdan foydalanish mumkin, biroq yakuniy tanlov faqat milliy ma’lumotlarda o‘tkaziladigan sinovlar asosida amalga oshirilishi lozim.

O‘zbekistonning raqamli transformatsiya sur’atlari MFAni joriy etish masalasini dolzarb qiladi. Rasmiy ma’lumotlarda 2026-yil holatiga ko‘ra 760 ta davlat xizmati raqamlashtirilgani va o‘tgan yilda 10 million fuqaro raqamli xizmatlardan foydalangani qayd etilgan. Aloqa va axborotlashtirish xizmatlari hajmi 2026-yil yanvar–mart oylarida 22 827,9 mlrd so‘mni tashkil etgan. Shu bilan birga, mamlakatda kiberxavfsizlikning huquqiy va institutsional asoslari mustahkamlanmoqda. Demak, raqamli xizmatlar hajmi oshgani sari foydalanuvchi autentifikatsiyasi va hisoblarni himoyalashning amaliy mexanizmlarini rivojlantirish masalasi ham kuchayadi.

[14] Kato, Obbo va Kimera (2026). Mazkur grafik xorijiy empirik tajriba namunasi sifatida o‘zgartirilmasdan keltirildi.
[15] Kato, Obbo va Kimera (2026). Jadvaldagi raqamlar va tuzilma asl xorijiy tadqiqotdagi ko‘rinishda saqlandi.

O‘zbekiston Respublikasi PQ-167-son qarorida muhim axborot infratuzilmasi obyektlari, jumladan, bank-moliya tizimining kiberxavfsizligini ta’minlash bo‘yicha tashkiliy va texnik talablar belgilangan. Shuningdek, 2026-yilda kiberxavfsizlik strategiyasining belgilanishi kiberbarqarorlik, davlat raqamli infratuzilmasini himoyalash va kiberjinoyatchilikning oldini olishga qaratilgan siyosatning davomiyligini ko‘rsatadi. Shu kontekstda MFAni alohida texnik vosita emas, balki kiberxavfsizlikning foydalanuvchi xulq-atvori bilan bog‘langan elementi sifatida ko‘rish maqsadga muvofiq.

Xorijiy tajribadan kelib chiqib, O‘zbekistonda quyidagi ilmiy-amaliy yo‘nalishlarni taklif etish mumkin: birinchidan, banklar, to‘lov tashkilotlari va davlat raqamli xizmatlarida MFA qabul qilinishini o‘lchash uchun UTAUT asosidagi milliy so‘rovnoma indikatorlarini ishlab chiqish; ikkinchidan, foydalanuvchi roziligi va shaxsiy ma’lumotlarni himoyalash talablariga rioya qilgan holda anonimlashtirilgan xulq-atvor ma’lumotlar bazasini shakllantirish; uchinchidan, Logistic Regression, Random Forest, Gradient Boosting va XGBoost kabi algoritmlarni milliy ma’lumotlarda qiyosiy sinash; to‘rtinchidan, SHAP kabi tushuntiriladigan AI vositalari orqali qaysi omillar MFA qabul qilinishini oshirayotganini aniqlash; beshinchidan, natijalarni foydalanuvchi segmentlariga mos kiberxavfsizlik targ‘iboti va interfeys dizayniga bog‘lash.

Bunday yondashuvda xorijiy tajriba “tayyor natija” emas, balki metodik benchmark sifatida ishlaydi. Masalan, Uganda tadqiqotida xavfsizlikni idrok etish va raqamli xizmatlardan avvalgi foydalanish tajribasi muhim omillar sifatida ajratilgan. O‘zbekistonda esa qaysi omil ustun bo‘lishi milliy ma’lumotlar asosida tekshirilishi kerak. Aynan shu farq tadqiqotning ilmiy xolisligini ta’minlaydi.

Tadqiqotdan kelib chiqadigan asosiy metodik xulosa shundan iboratki, MFAni joriy etish faqat texnik himoya chorasi sifatida ko‘rilsa, foydalanuvchi qabul qilishi bilan bog‘liq muammolar e’tibordan chetda qolishi mumkin. UTAUT yondashuvi esa texnik xavfsizlikni foydalanuvchi kutishi, qulaylik, ijtimoiy ta’sir va mavjud sharoitlar bilan bog‘lashga imkon beradi. Mashinali o‘rganish esa mazkur omillar o‘rtasidagi chiziqli bo‘lmagan munosabatlarni aniqlash va foydalanuvchilarni xavf yoki tayyorgarlik darajasi bo‘yicha segmentlash uchun qo‘shimcha vosita bo‘la oladi.

O‘zbekiston sharoitida bunday modelni yaratishning asosiy sharti - ma’lumotlar sifatidir. Modelni faqat katta hajmdagi ma’lumot bilan emas, balki reprezentativlik, ma’lumotlarning yangiligi, anonimlashtirish, sinflar muvozanati va tushuntiriluvchanlik talablariga rioya qilgan holda qurish zarur. Shuningdek, MFAni majburiy yoki tavsiya etiladigan mexanizm sifatida tanlashda xizmatning turi, foydalanuvchi segmenti va xavf darajasi hisobga olinishi kerak.

Shu jihatdan Gradient Boostingning Uganda ma’lumotlaridagi ustunligi O‘zbekiston uchun bevosita texnik qaror emas. U faqat tabulyar xulq-atvor ma’lumotlarida ansambl algoritmlarining kuchli benchmark bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi. Milliy ma’lumotlar paydo bo‘lgach, xuddi shu model boshqa algoritmlar bilan qayta sinovdan o‘tkazilishi va natija accuracy, precision, recall, F1-score hamda AUC–ROC kabi bir nechta mezonlar bo‘yicha baholanishi kerak.

3. Xulosa va takliflar

Raqamli xizmatlar va internetdan foydalanish ko‘lamining kengayishi O‘zbekistonda kiberxavfsizlikning foydalanuvchi darajasidagi mexanizmlarini takomillashtirish zaruratini kuchaytirmoqda. Ko‘p omilli autentifikatsiya hisoblarni ruxsatsiz foydalanishdan himoyalashni kuchaytiruvchi muhim vositalardan biri bo‘lsa-da, uning samaradorligi foydalanuvchi tomonidan qabul qilinishiga ham bog‘liq. Shu sababli MFAni rivojlantirishda texnik yechimlar bilan bir qatorda xulq-atvor va raqamli tayyorgarlik omillarini ham hisobga olish maqsadga muvofiq.

Uganda FinScope 2023 ma’lumotlari asosida o‘tkazilgan xorijiy tadqiqot UTAUT konstruktlarini mashinali o‘rganish bilan birlashtirish, Gradient Boosting modelining yuqori natijasini aniqlash va SHAP orqali muhim omillarni tushuntirish mumkinligini

ko‘rsatadi. Biroq ushbu raqamlar O‘zbekiston uchun statistik natija sifatida qabul qilinmasligi kerak. Ular O‘zbekistonda milliy ma’lumotlar asosida alohida tadqiqot o‘tkazish uchun metodik benchmarkdir.

O‘zbekiston uchun istiqboldagi eng muhim yo‘nalish - bank-moliya tizimi, davlat raqamli xizmatlari va boshqa muhim axborot infratuzilmasi subyektlari kesimida anonimlashtirilgan ma’lumotlar asosida MFA qabul qilinishini o‘lchash tizimini yaratishdir. Bunda UTAUT, mashinali o‘rganish va tushuntiriladigan sun’iy intellektni birlashtirish foydalanuvchi ishonchini oshirish, raqamli xavfsizlik bo‘yicha maqsadli kommunikatsiyani takomillashtirish va xavfi yuqori segmentlarni oldindan aniqlashga xizmat qilishi mumkin.

Shunday qilib, xorijiy tajribani O‘zbekiston sharoitiga moslashtirishning eng maqbul shakli mavjud raqamlarni milliy ko‘rsatkichlar sifatida ko‘rsatish emas, balki sinovdan o‘tgan metodologik yondashuvni mahalliy ma’lumotlar, normativ talablar va raqamli muhit xususiyatlari bilan uyg‘unlashtirishdan iborat.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

[1] Kato, R., Obbo, A., & Kimera, R. (2026). Predicting multi-factor authentication uptake using machine learning and the UTAUT framework. Academia AI and Applications, 2. https://doi.org/10.20935/AcadAI8107.

[2] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 31-maydagi PQ-167-son qarori. “O‘zbekiston Respublikasining muhim axborot infratuzilmasi obyektlari kiberxavfsizligini ta’minlash tizimini takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”. LexUZ.

[3] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2026-yil 10-martdagi PF-38-son Farmoni. “O‘zbekiston Respublikasining kiberxavfsizlik strategiyasini belgilash va kiberjinoyatchilikning oldini olish tizimini takomillashtirish to‘g‘risida”. LexUZ.

[4] O‘zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar va transport sohasi bo‘yicha rasmiy hukumat portali. Raqamli texnologiyalar va kiberxavfsizlik bo‘yicha ma’lumotlar.

[5] O‘zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo‘mitasi. SIAT. Number of subscribers with Internet access, total (by region), 2015–2025.

[6] O‘zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo‘mitasi. SIAT. Number of subscribers connected to the Internet, individuals (by regions), 2015–2025.

[7] Sule, M., & Zennaro, M. (2021). Cybersecurity through the lens of digital identity and data protection: issues and trends. Telecommunications Policy, 67, 101734.

[8] Suleski, T., Ahmed, M., Yang, W., & Wang, E. (2023). A review of multi-factor authentication in the Internet of Healthcare Things. Digital Health, 9, 20552076231177144.

[9] Akinnuwesi, B., Uzoka, F. M. E., Fashoto, S. G., Mbunge, E., Odumabo, A., Amusa, O. O., et al. (2022). A modified UTAUT model for the acceptance and use of digital technology for tackling COVID-19. Sustainable Operations and Computers, 3, 118–135.

[10] Mujahid, M., Kına EROL, E., Rustam, F., Villar, M. G., Alvarado, E. S., Diez, I. D. L. T., et al. (2024). Data oversampling and imbalanced datasets: an investigation of performance for machine learning and feature engineering. Journal of Big Data, 11(1), 87.

[11] Greenacre, M., Groenen, P. J. F., Hastie, T., d’Enza, A. I., Markos, A., & Tuzhilina, E. (2022). Principal component analysis. Nature Reviews Methods Primers, 2, 100.

[12] Grassi, P. A., Newton, E. M., Perlner, R. A., Regenscheid, A. R., Burr, W. E., & Richer, J. P. (2017). NIST SP 800-63B: Digital Identity Guidelines-Authentication and Lifecycle Management. National Institute of Standards and Technology.

[13] Ruziyev, Shaxzod, and Salim Togayev. "Soliqqa Tortishning Mohiyati va Uni Iqtisodiyotdagi Ahamiyati." YASHIL IQTISODIYOT VA TARAQQIYOT 2.4 (2024).

[14] Murodovich, G. R. (2025). tax revenues and economic growth dynamics in Uzbekistan. american journal of multidisciplinary bulletin, 3(4), 151-162.

[15] Ruziyev Sh., Toshnazarova, L. (2025). Optimal soliqqa tortish bo‘yicha tadqiqotlarning bibliometrik va ekonometrik tahlilining ahamiyati. Innovations in Science and Technologies ilmiy-elektron jurnali, №2, 240–249. ISSN: 3030-3451.