



BANKLAR FAOLIYATINI MODELLASHTIRISHNING XORIJIY TAJRIBASI VA UNI AMALIYOTDA QO'LLASH ASOSLARI

Yuldashev Sanjarbek

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti

ORCID: 0009-0001-1532-146X

sanjaryuldash2258@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada banklar tijorat banklari faoliyatini modellashtirishning xorijiy tajribasi va uni amaliyotda qo'llash orqali banklararo raqobatning ekonometrik-statistik modellarining tashkiliy-iqtisodiy mexanizmlari ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: model, modellashtirish, Log transformatsiyasi, Min-max normallashtirish, Z-score normallashtirish, Sinus transformatsiyasi, Cosinus transformatsiyasi.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАНКОВ И ОСНОВЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ НА ПРАКТИКЕ

Юлдашев Санжарбек

Ташкентский государственный экономический университет

Аннотация. В статье рассмотрен зарубежный опыт моделирования деятельности коммерческих банков и организационно-экономические механизмы эконометрическо-статистических моделей межбанковской конкуренции, формируемые посредством его практического применения.

Ключевые слова: модель, моделирование, логарифмическая трансформация, нормализация Min-max, нормализация Z-score, синусная трансформация, косинусная трансформация.

FOREIGN EXPERIENCE IN MODELING BANKING ACTIVITIES AND THE FOUNDATIONS FOR ITS PRACTICAL APPLICATION

Yuldashev Sanjarbek

Tashkent State University of Economics

Abstract. The article examines foreign experience in modeling the activities of commercial banks and the organizational and economic mechanisms of econometric-statistical models of interbank competition formed through its practical application.

Keywords: model, modeling, log transformation, Min-max normalization, Z-score normalization, sine transformation, cosine transformation.

Kirish.

Tijorat banklari o'rtasidagi raqobatni baholashda jahon amaliyotida yaratilgan modellar ham bugungi kunda raqobat chegarasini belgilab beruvchi asosiy omil hisoblanadi. Jahon amaliyotida yaratilgan modellar asosida aniq natijalarga erishish tadqiqotimizning asosini tashkil etadi. Jahon amaliyotida banklar o'rtasidagi raqobatni baholashda juda ko'p modellar yaratilgan bo'lib, bular jumlasiga investitsiya olib kirishda raqobat yuzasini aniqlashning Daymond modeli, banklarning depozit va kredit foiz stavkalari asosida raqobatni shakllantirishda Xolstryom – Tirol modeli, monopolistik banklarni aniqlashda Monti – Klyayn modeli, Oligopol model yoki Kurnoning raqobat modeli, banklar faoliyatida raqobatni shakllantirishda Bertran usuli va banklarning soni asosida erkin raqobatni shakllantirishda Salop doirasini keltirib o'tish mumkin. Bank tizimini matematik modellashtirish turli yondashuvlardan foydalanishni nazarda tutadi. Ulardan biri differensial tenglamalar yordamida tijorat bankining aktivlari va passivlaridagi pul oqimini modellashtirishdir. Yana bir jihat – iyerarxiya, tashqi (prudensial nazorat) va ichki tartibga solish hamda qayta aloqa zanjirlari orqali tizimning barqaror ishlashini ta'minlashdir. Matematik modellashtirishning maqsadi – beqaror sharoitlarda muhokama qilishning asosiy sohalari haqida tushunchaga ega bo'lish. Bank tizimini modellashtirish bo'yicha tadqiqotlar turli jihatlarga, jumladan, mijozlarning xatti-harakatlarini modellashtirish, risklarni tahlil qilish va tarmoqlararo munosabatlarga qaratilgan. Misol uchun, bitta tadqiqot bank tizimi mijozlarining xatti-harakatlar modelini ishlab chiqish va tasdiqlashga qaratilgan. Boshqa tadqiqotlar beqaror muhitda muhokama qilinadigan asosiy jihatlarni tahlil qilish uchun matematik modellarni ishlab chiqishga qaratilgan. Shuningdek, bank sektori risklari va suveren risklar o'rtasidagi o'zaro aloqani tahlil qilish uchun modellar ishlab chiqilmoqda.

Adabiyotlar sharhi.

Banklar faoliyatini modellashtirishning xorijiy tajribasini amaliyotga tadbiq etish masalalari bo'yicha ko'plab tadqiqotlar olib borilgan. Jumladan, olib borilgan tadqiqotlarda moliyaviy-iqtisodiy tizimlarning (FES) matematik modellarini hisoblash va pog'onali chegara qatlami holati uchun nazorat parametrlarining optimal qiymatlarini aniqlash uchun matematik formalizm taklif etiladi. FES inqirozlarining boshlanishi uchun sharoit yaratishga chayqalish, ko'piklash va teskari impuls ta'sirining ta'siri ko'rib chiqiladi (Khilenko, 2021).

Bank sanoati ixtirochilik axborot tizimlari va innovatsion texnologiyalari bilan mashhur. Axborot texnologiyalaridagi so'nggi yaxshilanishlar va Internetning yuksalishi banklarga katta hajmdagi ma'lumotlarni to'plash va ulardan foydalanishga yordam berdi. Bank rahbariyati ushbu vazifalarni o'z zimmasiga olgani sayin, ular asta-sekin ma'lumot va ma'lumotlar bir xil narsa emasligini tushunishdi. Ma'lumotlar qaror qabul qilishda ishlatilishi mumkin bo'lgan mazmunli ma'lumotlarga aylantirilishidan oldin tahlil qilinishi va olinishi kerak. Bank mijozlarini tasniflash modellarining eng muhim elementlaridan biri bu "xususiyat injiniringi bo'lib, u dastlabki ma'lumotlarni yangi funksiyalarga aylantirish va tasniflash usullari samaradorligini oshirish uchun eng yaxshi xususiyatlarni tanlash jarayonidir. Ko'pincha e'tibordan chetda qoladigan bu jihat, ayniqsa, pandemiya tufayli yuzaga kelgan moliyaviy noaniqlikning zamonaviy dunyosida tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Aslida, oldingi tasniflash modellari xususiyat muhandisligining ahamiyatini e'tiborsiz qoldirdi" (Liu va boshq., 2022).

So'nggi yillarda bank tizimlarida risklarning tarqalishini yaxshiroq tushunish va bashorat qilish uchun moliya sektoriga o'xshash metodologiyalar qo'llanildi. Ushbu holat markaziy banklarning potensial intervensiyalarini baholash uchun optimal nazorat nazariyasidan foydalangan holda bank sektorida likvidlik riskini baholashda ta'sirchan modellarni qo'llashni o'rganadi. Bank tarmog'idagi tizimli risklarning tarqalishini tahlil qilish uchun ishonchli asosni ta'minlaydi, ta'sirchan mexanizmlar va ularning moliyaviy va makroiqtisodiy landshaftga ta'siri haqida sifatli tushunchalarni taqdim etadi. Model uchta alohida ssenariyni simulyatsiya qiladi, ularning har biri turli darajadagi aralashuv va bozor

sharoitlarini ifodalaydi. Natijalar modelning moliyaviy tizimning murakkab voqeliklarini aks ettiruvchi Yevropaning yirik banklari o'rtasidagi murakkab o'zaro munosabatlarni qamrab olish qobiliyatini ko'rsatadi. Ushbu xulosalar moliyaviy barqarorlikni saqlashda markaziy bank siyosatining muhim rolini ta'kidlaydi va tizimli risklarni boshqarish bo'yicha muvofiqlashtirilgan xalqaro say-harakatlar zarurligini ta'kidlaydi. Ushbu tahlil tashqi hodisalarning, masalan, "geosiyosiy inqirozlarning tizimli xavfning tarqalishiga ta'sirini o'rganish maqsadga muvofiq bo'ladi. Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, model foydali bo'lsada, uni takomillashtirish va hozirgi voqeliklarimizga ko'proq moslashtirishning bir qancha yo'llari mavjud" (Fahim, 2025). Yuqorida keltirilgan nazariy qarashlarga tayanib xulosa qilish mumkinki banklar faoliyatini modellashtirish konsepsiyasi asosida algoritimni ishlab chiqish va uni amaliyotga qo'llash tajribasi eng muhim omillardan biri sifatida e'tirof etish mumkin.

Tadqiqot metodologiyasi.

Tijorat banklari faoliyatini modellashtirishning xorijiy tajribasi va uni amaliyotga qo'llash orqali banklararo raqobatni ekonometrik-statistik modellarini tashkiliy-iqtisodiy mexanizmlarini takomillashtirishga xizmat qilishi mumkinligi asoslanadi.

Tahlil va natijalar muhokamasi.

Olib borilgan ko'plab tadqiqotlarda banklar faoliyatini modjellashtirish konsepsiyasi juda murakkab matematik formulalar asosida tizimli algoritimni ishlab chiqishni talab etadi. Jumladan, quyidagi jadvalda ilgani surilgan amaldagi modellar konsepsiyasi xuddi shunday matematik formulalar asosida tuzilganligini ko'rish mumkin. Bunda asosiy ishtirok etgan modellar qatoriga Log transformatsiyasi, Min-max normallashtirish, Z-score normallashtirish, Sinus transformatsiyasi hamda Cosinus transformatsiyasini keltirib o'tish mumkin.

1-jadval

Ushbu tadqiqotda qo'llaniladigan xususiyatlarni o'zgartirish usullarining ta'rifi
(Abedin, 2023)

Metodlar	Tavsifi	Tenglama
Log transformatsiyasi	Mashinani o'rganish usullarining ehtimoli va mosligini oshirish va egri ma'lumotlarni taxminan normal taqsimotga aylantirish uchun tabiiy logarifmni qo'llash orqali xususiyat qiymatlarini o'zgartiradigan miqdoriy operatsiya (Akter va boshq., 2019).	$y = c \cdot \log_b(1+x)$
Min-max normallashtirish	Masshtabli transformatsiya kattaroq miqyosli atributlarning maqsad funksiyalari qiymatlarini o'zgartirishga yo'l qo'ymaydi va gradiyent tushishiga asoslangan algoritmlarning yaqinlashishini tezlashtiradi. Biroq, ma'lumotlardagi shovqinni oshirish mumkin (Han va boshq., 2011).	$y = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$
Z-score normallashtirish	Atribut uchun umumiy shkala ishlab chiqariladi, bu esa chet elliklarning ta'sirini kamaytiradi. Kichkina farqli atributlar uchun ma'lumotlardagi shovqin muammosi yanada kuchayishi mumkin.	$Z - score = \frac{x - \mu(x)}{\sigma(x)}$
Sinus transformatsiyasi	Funksiya $[-1,1]$ oralig'iga o'zgartirildi. Ma'lumotlarning amplitudasi 1. Salbiy atribut qiymatlari bilan ishlashga imkon beradi.	$y = \sin x$
Cosinus transformatsiyasi	Ma'lumotlarning amplitudasi ma'lumotlar chastotasining funksiyasi sifatida tahlil qilinishi va tezroq konvergensiya erishish mumkin.	$y = \cos x$

Turli xususiyatlarni o'zida qamrab olgan bashoratli modellarda turli darajalarda ularga ta'sir qiluvchi omillar o'z hissasini qo'shgan bo'lsa, ba'zi omillarda ushbu xususiyatlarni ko'proq ahamiyatga ega ekanligini asoslash mumkin. Yuqori bashorat qilish qobiliyatiga ega xususiyatlarni aniqlash va ahamiyatsiz xususiyatlarni filtrlash beshta an'anaviy xususiyat tanlash texnikasidan foydalanadi.

Bundan tashqari amaliyotda keng foydalaniladigan korrelyatsiyaga asoslangan filtr ham qo'llanilib, ushbu model atributiga tegishli xususiyatlarni tanlaydi va entropiyaga asoslangan o'lchov yordamida ortiqcha xususiyatlarni yo'q qiladi. hi-square kvadrat usulida amalga oshiriladigan modellarda ta'sir omillari mustaqil xususiyatdan mustaqilligini tekshirish orqali aniqlanadi. Gini indeksi ma'lumotlar namunalarini turli sinflardan ajratish qobiliyatiga qarab xususiyatlarni tanlaydi. Shunisi e'tiborga loyiqki, bu usul ko'pincha DT klassifikatorlarini yaratish uchun ishlatiladi ReliefF usuli bir xil va turli sinflarning eng yaqin namunalari yordamida hisoblangan xususiyat ballari asosida xususiyatlarni tanlash uchun ReliefF algoritmidan foydalanadi. T-score usuli ikki sinf namunalarini taqqoslaydigan mashhur Talabning juftlashtirilgan testiga asoslangan.

2-jadval

Qo'llaniladigan kattaliklarni tanlash usullarining qisqacha mazmuni (Abedin, 2023)

Model	Tavsifi
Korrelyatsiyaga asoslangan	Har ikkala sinfga tegishli (xususiyat va sinf atributi o'rtasidagi korrelyatsiya) va kattaliklarning o'zaro bog'liqligi (har bir xususiyat juftligi o'rtasidagi korrelyatsiya) hisobga olinadi (Hall, 2000)
Chi-square R-kvadrat	Kattaliklar kirish atributi va maqsad (sinf) atributi o'rtasidagi bog'liqlikni sinovdan o'tkazuvchi R-kvadrat statistik qiymatlari bo'yicha tanlanadi. (Han et al., 2011)
Gini index	Kattaliklar sofligini (diskriminativ kuch) sinf atributiga qarab baholaydi. (Tan et al., 2016)
ReliefF	ReliefF modeli (Urbanowicz et al., 2018) individual kattaliklarni takroriy tanlab olish orqali baholaydi, bunda xususiyat balli turli sinflardan eng yaqin misollarni tanlash orqali o'lchanadi. Bu usul shovqinga chidamli, lekin ortiqcha kattaliklarni ajrata olmaydi.
T-score	T-score (Chandra and Gupta, 2011) har bir sinfga nisbatan kattaliklarning tanlanma kattaligi, o'rtacha va standart og'ish qiymatlaridan foydalangan holda har bir kattalikni baholashga (T -statistik) asoslanadi.

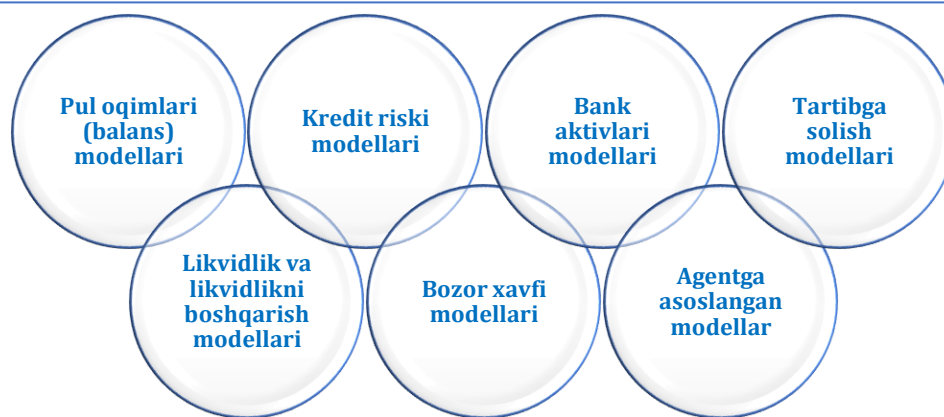
Kattaliklarni o'zgartirish va tanlashni amalga oshirgandan so'ng, mijozlarning xatti-harakatlarini bashorat qilish uchun turli tasniflash usullari qo'llanildi. Ushbu usullar tegishli bank mijozlarini tasniflash muammolarida muvaffaqiyatli qo'llanilishi tufayli qabul qilingan.

Ehtimollik taqsimoti orqali bank faoliyatini modellashtirish algoritmini ishlab chiqishda ehtimollik taqsimotini taxminiy hisoblash orqali oshirishning har bir bosqichi oxirida og'irlikni $R(x)$ quyidagicha bayon qilingan (sciencedirect.com, n.d.):

$$P(x) = \sum_{k=0}^M \beta_k \omega(x, a_k)$$

bu yerda $P(x)$ modelni ifodalovchi funksiyalarning k vaznli yig'indisi.

Yuqorida keltirib o'tilgan banklararo raqobatni ekonometrik-statistik modellarini tashkiliy-iqtisodiy mexanizmlarini takomillashtirishga xizmat qiladigan turli modellar konsepsiyasi xorijiy amaliyotda turlicha guruhlariga bo'lingan holda tavsiya etiladi. Bank tizimini matematik modellashtirishda eng ko'p qo'llaniladigan model turlari sifatida quyidagilarni keltirib o'tish mumkin.



1-rasm. Bank tizimini matematik modellashtirishda eng ko'p qo'llaniladigan model turlari

Manba: muallif ishlanmasi.

Pul oqimlari (balans) modellarini asosiy tavsiflari sifatida bank aktivlari va passivlari dinamikasi, naqd pul tushumlari va chiqishlari, depozit bazalari, kreditlar va majburiyatlarni kiritish mumkin. Ushbu modelni asosini differensial tenglamalar tizimi, ayirma sxemalar va balans tenglamalari orqali yaratiladi. Modelning maqsadi sifatida likvidlikning o'zgarishi, moliyalashtirish manbalarining tuzilishi va ularning barqarorlikka ta'siri tashkil etadi. Keyingi model likvidlik va likvidlikni boshqarish modeli bo'lib, bunda tavsif sifatida qisqa muddatli va uzoq muddatli majburiyatlar dinamikasi, likvidlik stress testlarini olsak, stokastik differensial tenglamalar (SDT), Markov jarayonlari hamda real vaqtda likvidlik modellari asosini tashkil qiladi. Modelning maqsadi likvidlik yetishmasligini minimallashtirish va tartibga solish talablariga rioya qilish hisoblanadi. Kredit riski modellari (aktivlar va kontragentlar uchun)da asosiy tavsif sifatida qarz oluvchining defolt ehtimoli, yo'qotishlar zahirasi evolyusiyasi va kredit riskining makroiqtisodiy omillarga bog'liqligi tashkil etadi. Model asosini Markov zanjirlari, binomial/kategorik modellar va kredit foizini modellashtirish jarayoni tashkil etadi. Modelning maqsadi sifatida kutilayotgan yo'qotishlar va zaxiralarni baholash hamda kredit portfelini boshqarish. Keyingi model bu bozor riskini boshqarish bo'lib, uning tavsifi sifatida foiz stavkalari, valyuta kurslari, aktivlar bahosi va derivativlarning o'zgarishi hisoblanadi. Modelning asosini foiz stavkasi modellari, rentabellikni modellashtirish, pul-kredit siyosati, depozit va obligatsiyalar narxini modellashtirish kiradi. Maqsadi sifatida aktivlarning bozor qiymatida ekzogen riskni baholash va xedjlashtirish tashkil etadi. Bank aktivlari qiymatlarining tarkibiy modellarining tavsifi vaqt va tashqi omillar bo'yicha aktiv va passiv qiymatlarining dinamikasi tashkil etadi. Asosini qimmatli qog'ozlar va kapital bilan bog'liq qisman differensial tenglamalar tashkil etadi. Modelning maqsadi sifatida tashqi omillarga chidamliligini baholash hamda kapital talablarini tahlil qilish kiradi.

Keyingisi agentga asoslangan modellar (AAM)ni tavsifi sifatida bank agentlar to'plami sifatida: mijozlar guruhlar, bo'limlar, kontragentlar, ularning xatti-harakatlari va o'zaro ta'siri kiritilgan. Model asosini qurish ko'p agentli simulyatsiyalar, xulq-atvorning evolyusion qoidalari hamda moslashuvchanlikni o'rganish kiritilgan. Model maqsadi sifatida makro-jarayonlarning ta'siri va xulq-atvor omillarining tizimli barqarorlikka ta'sirini o'rganish kiritilgan. Normativ nazorat va tartibga solish modellariga prudensial nazorat, kapital talablari va stress testlarining bank xatti-harakatlariga ta'siri, uning asosini optimallashtirish muammolari, dinamik o'yinlar va tizim dinamikasi tashkil etgan. Tartibga solish rejimlarining barqarorlik va risk mukofotiga ta'sirini baholash uning maqsadini tashkil etgan. Tizim dinamikasi va qayta aloqa modellariga aktivlar, majburiyatlar, likvidlik va risklar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik, ijobiy/salbiy teskari aloqa mavjudligi uning maqsadi bo'lsa, asos sifatida differensial tenglamalar tizimlari, bog'lanish diagrammalari va barqarorlik tahlili kiritilgan.

Makroiqtisodiy omillar uchun fraktal/stokastik jarayonlar uchun uning tavsifi makroiqtisodiy sikllar va stressning bank tizimiga ta'siri tashkil etsa, asosini avtoregressiv jarayonlar, uzoq xotira, stokastik o'zgaruvchanlik qamrab oladi. Maqsadi kamdan-kam uchraydigan, ammo muhim voqealar va ularning bank portfeliga ta'sirini modellashtirish tashkil etadi. Baholash va balans qiymati modellari (kapitalning iqtisodiy qiymati) bankning kapital qiymatini, ichki daromadlilik darajasi va risklar zaxiralarini baholash orqali asosini diskontlangan pul oqimlari modellari, kapitalning muqobil qiymati tashkil etadi. Model maqsadi sifatida samarali kapital bazasini saqlash tanlangan.

Bank tizimining matematik modellari barqarorligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar sifatida bir nechta g'oyalar ilgari surilgan. Bularning ichida eng optimal varianti siftda quyidagilar belgilab olish zarur deb hisoblaymiz.

Abstraksiya darajasini tanlash (makros va mikro).

Chiziqli va chiziqli bo'lmagan bog'liqliklarning mavjudligi, chegara effektlari.

Stokastik atamalarining mavjudligi va ularning tarqalishi.

Parametrlar va ularni baholash.

Parametrlarni baholashning aniqligi va barqarorlashtirish usuli.

Raqamli beqarorlikka olib kelishi mumkin bo'lgan funksiyalar yoki keskin o'tishlarning mavjudligi.

Tashqi ta'sirlar va ekologik shartlar.

Iqtisodiy ko'rsatkichlar (foiz stavkalari, inflyatsiya, valyuta kurslari).

Normativ o'zgarishlar va nazorat talablari.

Bozor ishtirokchilarining kutishlari va ularning xatti-harakatlari (ishonch, vahima).

Balans va likvidlik dinamikasi.

Aktiv va passiv tarkibi, to'lash muddatlari.

Aktivlarning likvidligi va stressli bozorlarga bog'liqligi.

Risklarni boshqarish va bank siyosati.

Kredit tavakkalchiligi, provizion va marja siyosati.

Ichki stress testlari va cheklash jarayonlari.

Bank aktivlari, kontragentlar va bozorlar o'rtasidagi korrelyatsi Y.

O'zaro majburiyatlar tarmog'ining ta'siri.

Raqamli barqarorlik va raqamli integratsiya metodologiyasi

Raqamli usulni tanlash va qidiruv bosqichi.

Vaqt va makonni diskretlashtirish darajasi (tor effektlari).

Yuqori o'lchamdagi yechimlarning konvergentsiyasi va barqarorligi.

Jarayonlarning statsionarligi va davriyligi

Barqaror statsionar rejimlar yoki mavsumiy tebranishlarning mavjudligi.

Murakkab dinamik rejimlar (tartibsizlik, ortiqcha harmonika) imkoniyati.

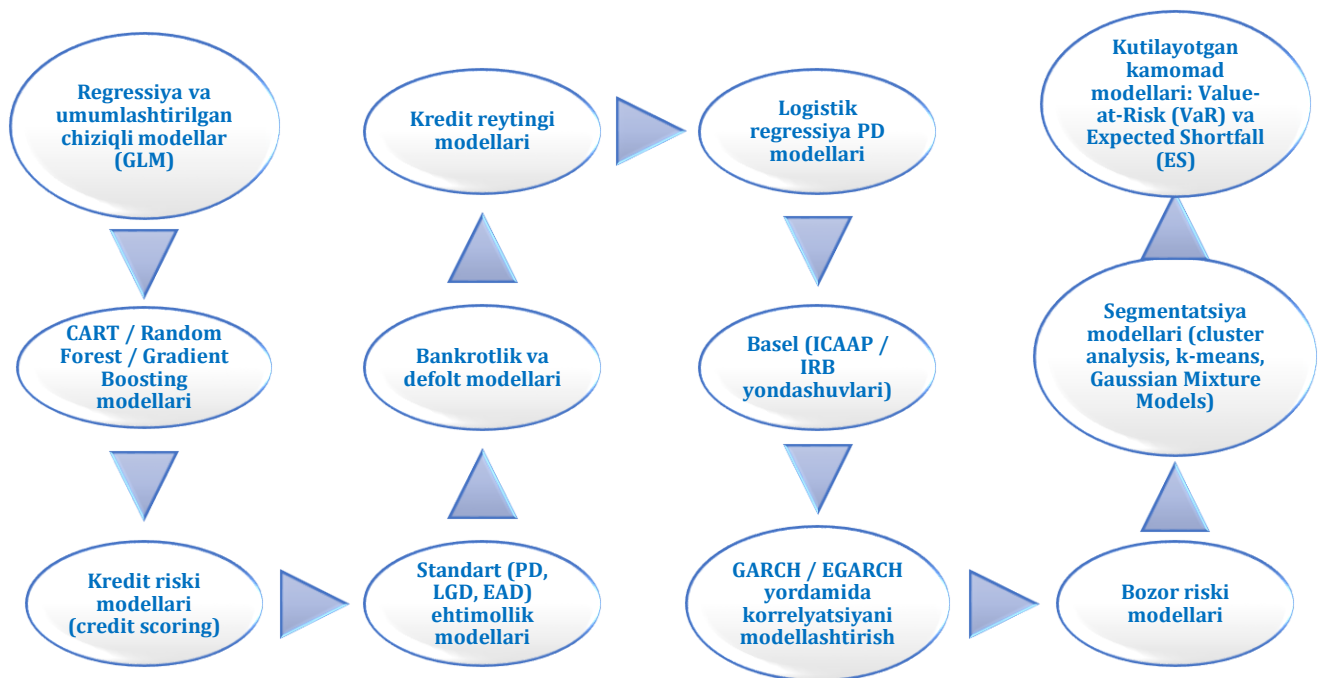
Kirish ma'lumotlarining mavjudligi va sifati

Yo'qolgan qiymatlar nisbati, ma'lumotlar shovqini, noto'g'ri kalibrlash.

Ma'lumotlar aylanmasi (arxivlangan ma'lumotlar va joriy kuzatishlar).

Tadqiqotlarda modelning amal qilish doirasini tushunish uchun uning taxminlari va cheklovlarini hujjatlashtirish zarurligini keltirib o'tiladi. Agar so'ralsa, model uchun parametrlarning aniq ro'yxatini taqdim etish va chidamlilikni tekshirish rejasi ishlab chiqiladi: sezgirlik, mahalliy va global stabilizatorlar hamda stress ssenariylari to'plami (bundesbank.de, 2025).

Quyida xorijiy banklar amaliyotida tez-tez qo'llaniladigan modellar va yondashuvlar keltirilgan. Ular mahsulot rentabelligini baholash, risklarni boshqarish va operatsion maqsadlar uchun ishlatiladi. E'tibor bering, muayyan modellar to'plami bankka, uning ko'lamiga, normativ talablarga va ma'lumotlarning mavjudligiga bog'liq.

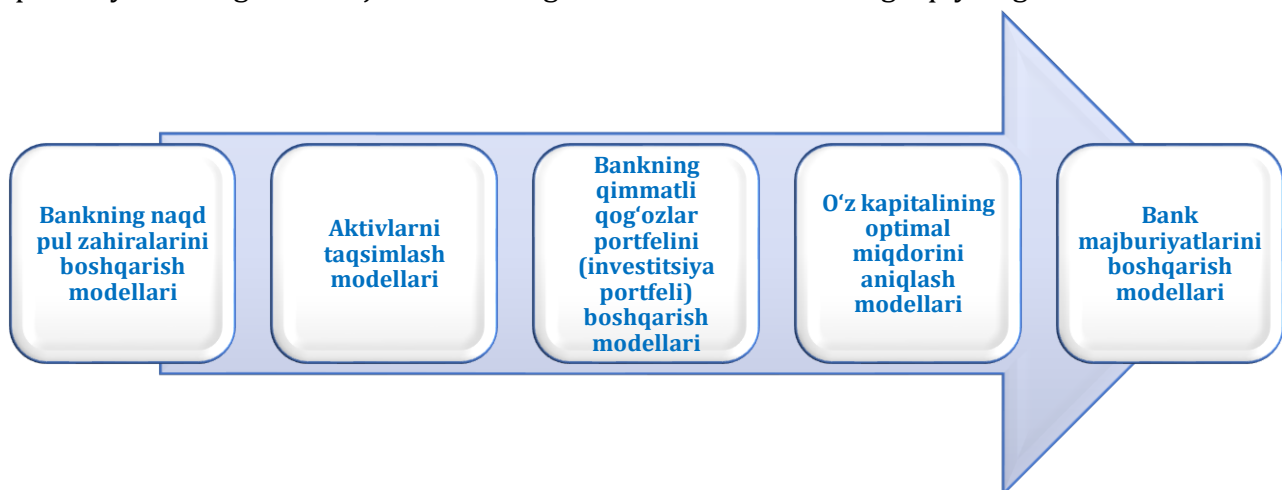


2-rasm. Jahon bank amaliyotida qo'llanilayotgan modellar va yondashuvlar

Manba: muallif ishlanmasi.

Regressiya va umumlashtirilgan chiziqli modellar (GLM): kreditlar, depozit mahsulotlariga talab va arizani rad etish ehtimolini bashorat qilish uchun chiziqli/logistik regressiyalardan foydalaniladi. CART/Random Forest/Gradient Boosting: modellar: chiziqli bo'lmagan munosabatlar, mijozlar segmentlari o'rtasidagi farqlar va o'zaro ta'sirlarda faktoring uchun qo'llaniladi. Modellarni tanlashda ma'lumotlarning mavjudligi va sifati: hajmi, tarixi, haqiqiyli va maxfiyligiga. Normativ talablar: oshkorlik, tekshirish, auditorlik xususiyatlariga, uni talqin va aniqligiga: bank modellar ko'pincha biznes foydalanuvchilari va tartibga soluvchilar uchun tushuntirishni talab qiladi. Infratuzilma va tezlik: tezkor yangilanishlarga bo'lgan ehtiyoj, onlayn skoring va ommaviy ishlov berishga hamda ma'lumotlar xavfsizligi va muvofiqligiga e'tibor qaratish zarur bo'ladi (Potekhina va boshq., 2021).

Umumiylik darajasiga ko'ra, tahlil qilinadigan modellar umumiy (to'liq) va qisman (o'ziga xos) bo'linadi. Birinchisi bank faoliyatining barcha asosiy jihatlarini hisobga oladi, bank balansining har ikki tomonining xatti-harakatlarini modellashtiradi; ikkinchisi bank operatsiyalarining alohida jihatlarini o'rganadi. Maxsus modellarga quyidagilar kiradi:



3-rasm. Bank faoliyatini maxsus modellar

Manba: muallif ishlanmasi.

Tijorat banklari uchun optimallashtirish modellarining turlari va turlarining xilma-xilligiga qaramay, ularning mualliflari tomonidan taklif qilingan ushbu optimallashtirish muammolarini hal qilish yondashuvlarini ikkita usul guruhiga bo'lish mumkin: chiziqli va chiziqli dasturlash. Ushbu toifadagi modellar bilan bir qatorda dinamik doimiy bank modellari ham e'tiborga loyiqdir. Bu modellar optimal boshqarish nazariyasiga asoslanadi. Maksimallashtirilgan funksiya taqsimlangan foydaning (dividend to'lovlari) tahlil qilinayotgan davrdagi umumiy foydaliligini ko'rsatishi yoki integral va terminal ko'rsatkichlarni birlashtirishi mumkin. Optimal nazorat muammosining yechimi bank faoliyatiga tatbiq etilganidek, bankning optimal portfel tizimi rejalarini ishlab chiqishda, shuningdek, strategik rejalashtirishda foydalanish mumkin.

Ushbu mavzuda muhokama qilinadigan modellar va usullar tizimi kirish va chiqish parametrlari, shuningdek, ularni bog'laydigan funksiya bilan tavsiflangan mavhum obyekt sifatidagi bank tushunchasiga asoslanadi. Bunday yondashuv ma'lum ma'noda banklarning matematik modellarini ishlab chiqarish korxonalari va tashkilotlarining an'anaviy modellariga yaqinlashtiradi. Shuning uchun u ishlab chiqarish-tashkiliy yondashuv deb ataladi.

Ishlab chiqarish-tashkiliy yondashuv bank sohasida yuzaga keladigan ko'plab fundamental masalalarni o'rganish uchun kuchli vositadir. Bularga, birinchi navbatda, kredit va depozit bozorlaridagi muvozanatni ta'minlash shartlari, bank faoliyatida risklarni boshqarish masalalari, pul-kredit siyosati va bank faoliyatini tartibga solishning rivojlanishi, moliya bozori ishtirokchilarining institusional tashkil etilishining raqobat shakllari va shartlariga ta'siri kiradi.

Xulosa va takliflar.

Yuqorida olingan tahlillar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Banklar faoliyatini modjellashtirish konsepsiyasi juda murakkab matematik formulalar asosida tizimli algoritmnini ishlab chiqishda Log transformatsiyasi, Min-max normallashtirish, Z-score normallashtirish, Sinus transformatsiyasi hamda Cosinus transformatsiyasidan foydalanish tavsiya etildi.
2. Bank tizimini matematik modellashtirishda eng ko'p qo'llaniladigan model turlari o'rganilib, ularda foydalaniladigan bank ko'rsatkichlari asoslari o'rganilib aniq tizim asosida foydalanish tavsiya etildi.
3. Bank tizimining matematik modellari barqarorligiga ta'sir etuvchi asosiy omillarning optimal varianti ishlab chiqildi.
4. Umumiylik darajasiga ko'ra, tahlil qilinadigan modellar umumiy (to'liq) va qisman (o'ziga xos) bo'linadi. Birinchisi bank faoliyatining barcha asosiy jihatlarini hisobga olishi, bank balansining har ikki tomonining xatti-harakatlarini modellashtirsa, ikkinchisi bank operatsiyalarining alohida jihatlarini o'rganishi asoslab berildi.

Adabiyotlar/Jumepamypa/References:

- Abedin, M.Z., et al. (2023) 'Modelling bank customer behaviour using feature engineering and classification techniques.' *Research in International Business and Finance*, 65, April.
- AppliedMath (2025) *AppliedMath*, 5(1), 20. <https://doi.org/10.3390/appliedmath501002>
- Biomed. Inform. (2011) *Journal of Biomedical Informatics*, 44(4), pp. 529–535.
- Bundesbank (2025) 'Introduction to mathematical models for banking supervisors.' 31.03.2025–02.04.2025. Available at: <https://www.bundesbank.de/en/bundesbank/international-central-bank-dialogue/international-central-banking-courses/-/introduction-to-mathematical-models-for-banking-supervisors-940756>
- Chandra, B. and Gupta, M. (n.d.) 'An efficient statistical feature selection approach for classification of gene expression data.'

Fahim, S., Mourad, H. and Lahby, M. (n.d.) 'Modeling and mathematical analysis of liquidity risk contagion in the banking system using an optimal control approach.' Higher Normal School, University Hassan II, Casablanca.

Hall, M.A. (2000) 'Correlation-based feature selection of discrete and numeric class.' University of Waikato, Department of Computer Science.

Han, J., Pei, J. and Kamber, M. (2011) Data Mining: Concepts and Techniques. Elsevier.

Khilenko, V. (2021) 'Modeling the control effects of the banking system on the functioning of the economy.' 57, pp. 396–402.

Liu, Y., Yang, M., et al. (2022) 'Applying machine learning algorithms to predict default probability in the online credit market: Evidence from China.' International Review of Financial Analysis, 79, 101971.

Potekhina, V., Isupova, R. and Veshkina, F. (2021) 'Mathematical modeling as a tool for improving the financial and economic activities of the bank.' Social'naya politika i sociologiya, 20(2), pp. 50–59.

Tan, P.N., Steinbach, M. and Kumar, V. (2016) Introduction to Data Mining. Pearson Education India.

Urbanowicz, R.J., et al., (2018) 'Relief-based feature selection: Introduction and review.' Journal of Biomedical Informatics, 85, pp. 189–203.