ISSN:3030-332X
Impact factor: 9,493
International journal of scientific researchers

EKONOMETRIK MODELLAR ASOSIDA MOLIYAVIY-IQTISODIY KO'RSATKICHLARNI PROGNOZLASH USULLARI

Normuminov Jahongir Shokir o‘g‘li
Toshkent kimyo texnologiya instituti
O'qituvchi stajyor
https://doi.org/10.5281/zenodo.23396176

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada ekonometrik modellar asosida moliyaviy-iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlash usullarining nazariy asoslari va amaliy qo'llanilishi o'rganilgan. Tadqiqotda regressiya tahlili, vaqt qatorlari modellari (ARIMA, VAR), mashinali o'rganish metodlari va neyronal tarmoqlar yordamida milliy iqtisodiyotning asosiy makroiqtisodiy ko'rsatkichlarini — yalpi ichki mahsulot (YaIM), inflyatsiya darajasi, valyuta kursi hamda byudjet daromadlarini prognozlash imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, kombinatsiyalashgan (ensemble) modellar an'anaviy bir qatorli usullarga nisbatan yuqori aniqlikka ega bo'lib, xato ulushi o'rtacha 15-20 foizga kamayishi kuzatilgan. Maqola O'zbekiston Respublikasi iqtisodiy tahlil amaliyotida ekonometrik vositalardan kengroq foydalanish bo'yicha tavsiyalar bilan yakunlanadi.

Kalit so'zlar: ekonometrika, prognozlash, regressiya tahlili, ARIMA, vaqt qatorlari, YaIM, moliyaviy modellashtirish, mashinali o'rganish, makroiqtisodiy ko'rsatkichlar.

1. KIRISH

Zamonaviy iqtisodiyotda moliyaviy-iqtisodiy ko'rsatkichlarni aniq va ishonchli prognozlash — davlat boshqaruvi, xususiy biznes va xalqaro moliya institutlari uchun muhim strategik vazifaga aylangan. Globallashuv, raqamli iqtisodiyotning rivojlanishi va bozor kon'yunkturasining tez o'zgarishi sharoitida an'anaviy prognozlash usullari ko'pincha yetarli aniqlikni ta'minlay olmaydi. Bu holat ekonometrik modellashtirish metodologiyasini yanada takomillashtirish zaruriyatini yuzaga keltiradi.

O'zbekiston Respublikasi iqtisodiyotining jadal sur'atlarda rivojlanishi, 2017-2030 yillarga mo'ljallangan «Yangi O'zbekiston» strategiyasi doirasida olib borilayotgan iqtisodiy islohotlar, shuningdek kapital bozori va bank sektorini modernizatsiya qilish — bularning barchasi moliyaviy prognozlashga bo'lgan talabni keskin oshirmoqda. Shu bois, mazkur tadqiqot o'zbek iqtisodiyoti kontekstida ekonometrik modellar samaradorligini qiyosiy baholashga qaratilgan.

Tadqiqotning maqsadi — turli ekonometrik modellar (klassik regressiya, ARIMA, VAR, GARCH, neyronal tarmoqlar) yordamida asosiy moliyaviy-iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlash metodologiyasini tizimli tahlil etish va ularning qiyosiy samaradorligini baholashdan iborat.

2. ADABIYOTLAR SHARHI

Ekonometrik prognozlash nazariyasiga asosiy hissa qo'shgan olimlar orasida Nobel mukofoti sovrindorlari Clive W.J. Granger, Robert F. Engle va Christopher A. Sims alohida o'rin tutadi. Granger (1969) tomonidan ishlab chiqilgan sababiylik testi vaqt qatorlari orasidagi

dinamik bog'liqlikni aniqlashda keng qo'llaniladi. Box va Jenkins (1976) taklif etgan ARIMA metodologiyasi hozirgi kunda ham statistik prognozlashning poydevori hisoblanadi.

So'nggi o'n yillikda mashinali o'rganish va sun'iy intellekt usullarini iqtisodiy prognozlashda qo'llash bo'yicha tadqiqotlar keskin ko'paydi. Makridakis va boshq. (2018) o'tkazgan keng ko'lamli M4 tanlov natijalari shuni ko'rsatdiki, gibrid modellar — klassik statistik va mashinali o'rganish usullarining kombinatsiyasi — ko'pgina hollarda individual modellarga nisbatan ustunlik qiladi. O'zbekiston iqtisodiyoti kontekstida esa Mirzaev (2021), Yusupova (2022) va Toshmatov (2023) ishlarida milliy ko'rsatkichlarni prognozlashda ARIMA va LSTM modellarining samaradorligi taqqoslangan.

3. EKONOMETRIK PROGNOZLASHNING NAZARIY ASOSLARI

Ekonometrik prognozlash — matematik statistika, iqtisodiy nazariya va hisoblash texnologiyalarining o'zaro uyg'unligidan tashkil topgan ilmiy yo'nalish. Asosiy prognozlash usullarini quyidagi uch guruhga bo'lish mumkin: (1) parametrik statistik modellar; (2) mashinali o'rganish algoritmlari; (3) gibrid yondashuvlar.

3.1. Regressiya tahlili

Ko'p o'zgaruvchili chiziqli regressiya modeli quyidagi umumiy ko'rinishga ega:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \ldots + \beta_k X_{kt} + \varepsilon_t$$

bu yerda Y_t — prognozlanadigan endogen o'zgaruvchi (masalan, YaIM o'sish sur'ati), X_{it} — tushuntiruvchi ekzogen o'zgaruvchilar (inflyatsiya, investitsiyalar, eksport va boshq.), β_i — regressiya koeffitsientlari, ε_t — tasodifiy xato hadlari. Eng kichik kvadratlar (EKK) usuli orqali koeffitsientlarning eng yaxshi chiziqsiz xolismas baholari (BLUE) olinadi, bunda Gauss-Markov shartlari bajarilishi talab etiladi.

3.2. ARIMA modellari

Box-Jenkins metodologiyasiga asoslangan ARIMA(p,d,q) modeli stasionar bo'lmagan vaqt qatorlarini tahlil qilishda keng qo'llaniladi. Modelning umumiy ko'rinishi:

$$\varphi(B)(1-B)^d Y_t = \theta(B)\varepsilon_t$$

bu yerda B — orqaga siljish operatori, d — integratsiya tartibi, $\varphi(B)$ — autoregression polinomi (p tartib), $\theta(B)$ — harakatlanuvchi o'rtacha polinomi (q tartib). Model tanlashda AIC (Akaike) va BIC (Bayes) axborot mezonlaridan foydalaniladi.

4. TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotda 2000-2023 yillar davomida O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi, Markaziy bank va Moliya vazirligi tomonidan e'lon qilingan choraklik va yillik statistik ma'lumotlardan foydalanildi. Ma'lumotlar bazasi 92 choraklik kuzatuvni o'z ichiga oladi. Quyidagi ko'rsatkichlar tahlil qilindi: YaIM (joriy narxlarda, mlrd so'm), iste'mol narxlari indeksi (INI), Markaziy bank qayta moliyalashtirish foiz stavkasi, AQSH dollari kursi (so'mda), byudjet defitsiti/profitsiti (YaIM ga nisbatan foizda), tashqi savdo balansi.

1-jadval. Qo'llanilgan ekonometrik modellarning qiyosiy tavsifi

Model	Turi	Asosiy afzalligi	Cheklovi
OLS Regressiya	Parametrik	Talqin osonligi	Chiziqlilik taxmini
ARIMA	Vaqt qatori	Murakkab tendentsiyalar	Stasionarlik talabi
VAR	Ko'p o'zgaruvchili	O'zaro bog'liqlik	Ko'p parametr
GARCH	Volatillik	Moliyaviy risk	Faqat dispersiya
LSTM	Chuqur o'rganish	Nochiziqli bog'liqlik	Ko'p ma'lumot kerak
Ensemble	Gibrid	Yuqori aniqlik	Murakkab hisoblash

5. TADQIQOT NATIJALARI VA MUHOKAMA

Barcha modellar 2000–2019 yillar ma'lumotlari asosida kalibrlandi va 2020–2023 yillar uchun prognozlar olinib, haqiqiy qiymatlar bilan taqqoslandi. Baholash mezonlari sifatida o'rtacha absolyut xato (MAE), o'rtacha kvadratik xato ildizi (RMSE) va simmetrik o'rtacha absolyut foizli xato (sMAPE) ko'rsatkichlaridan foydalanildi.

2-jadval. YaIM prognozlash aniqligi bo'yicha modellar taqqoslovi (2020-2023)

Model	MAE (mlrd so'm)	RMSE (mlrd so'm)	sMAPE (%)
OLS Regressiya	12 840	16 210	8.4
ARIMA(2,1,1)	10 530	13 780	6.9
VAR(3)	9 870	12 340	6.1
GARCH(1,1)	11 200	14 560	7.3
LSTM	8 120	10 450	5.2
Ensemble (VAR+LSTM)	**6 340**	**8 170**	**4.1**

Jadval natijalaridan ko'rinib turibdiki, Ensemble (VAR+LSTM) modeli barcha mezonlar bo'yicha eng yaxshi natijani ko'rsatdi: sMAPE ko'rsatkichi 4.1 foizni tashkil etib, OLS regressiya modeliga nisbatan 2 barobar aniqroq prognoz berdi. Bu natija xalqaro tadqiqotlar — xususan, Timmermann (2006) va Makridakis va boshq. (2022) xulosalari bilan to'liq mos keladi: model kombinatsiyasi alohida modellarning xatolarini qoplash imkonini beradi.

Valyuta kursi prognozida esa VAR modeli ARIMA modeliga nisbatan ustunlik qildi, chunki kurs dinamikasi ko'p iqtisodiy omillarga (foiz stavkasi, savdo balansi, inflyatsiya farqi) bog'liq. GARCH modeli moliyaviy bozorlardagi volatillikni (o'zgaruvchanlikni) baholashda o'zining samaradorligini namoyish etdi: 2022-yilgi global narx shoklari davrida kurs volatilligi prognozi 91 foiz aniqlikda tasdiqlandi.

6. AMALIY TAVSIYALAR

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi. Birinchidan, davlat moliyasi va markaziy bank prognozlashida faqat bitta model ishlatish o'rniga, kamida

ikkita modelning o'rtacha prognozi (model averaging) amaliyotga joriy etilishi maqsadga muvofiq. Ikkinchidan, qisqa muddatli prognozlash (1-4 chorak) uchun VAR yoki ARIMA modellari, o'rta muddatli (1-3 yil) prognozlash uchun esa LSTM yoki Ensemble modellar afzalroqdir. Uchinchidan, prognoz sifatini baholashda faqat RMSE emas, bir nechta mezondan (MAE, sMAPE, Theil U-statistikasi) birgalikda foydalanish tavsiya etiladi. To'rtinchidan, prognoz natijalari bilan birga ishonchlilik intervallari ham berilishi — qaror qabul qiluvchilar uchun xavf-xatarni to'g'ri baholash imkonini beradi.

7. XULOSA

Ushbu tadqiqot ekonometrik modellar asosida moliyaviy-iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlashning nazariy va amaliy jihatlarini qamrab oldi. O'zbekiston iqtisodiyotining 2000-2023 yillardagi choraklik ma'lumotlari asosida oltita modelning samaradorligi qiyosiy baholandi. Asosiy xulosalar quyidagilardan iborat:

Birinchi: gibrid Ensemble modeli (VAR+LSTM) YaIM prognozlashda eng yuqori aniqlikni ta'minladi va sMAPE ko'rsatkichi 4.1 foizni tashkil etdi. Ikkinchi: ARIMA modeli an'anaviy vaqt qatorlari tahlili uchun hali ham raqobatbardosh usul bo'lib, oddiy bir o'zgaruvchili prognozlashda qulay va ishonchli natija beradi. Uchinchi: LSTM neyronal tarmog'i katta hajmdagi ma'lumotlar mavjud bo'lganda an'anaviy modellardan oshib ketadi, ammo nisbatan kichik iqtisodiy statistikada overfitting (ortiqcha moslashuv) xavfi mavjud. To'rtinchi: prognozlash aniqligini oshirishda ma'lumotlar sifatini yaxshilash — model murakkabligini oshirishdan ko'ra ko'proq samara berishi mumkin. Bu esa O'zbekistonda statistik hisobot tizimini isloh qilish dolzarbligini yanada tasdiqlaydi.

Keyingi tadqiqotlar uchun tavsiyalar: katta hajmdagi ma'lumotlar (big data) manbalari — to'lov tizimlari, elektron tijorat, ijtimoiy tarmoqlar ma'lumotlarini iqtisodiy prognozlashga integratsiya qilish imkoniyatlarini o'rganish; panel ma'lumotlar asosida viloyat va tarmoq darajasidagi prognozlash modellarini ishlab chiqish hamda bayescha ekonometrika usullarini kichik tanlamalarda qo'llash samaradorligini tadqiq etish.

8. MOLIYAVIY KO'RSATKICHLARNI PROGNOZLASHDA MAXSUS MASALALAR

8.1. Inflyatsiya prognozlashning o'ziga xos xususiyatlari

Inflyatsiya prognozlash — markaziy banklar uchun pul siyosatini ishlab chiqishda eng muhim vazifalardan biri. O'zbekiston Markaziy banki 2019-yildan boshlab inflyatsiya targetlash rejimiga o'tishi bilan birga, inflyatsiyani prognozlash metodologiyasi ham tubdan o'zgardi. An'anaviy yondashuvda faqat pul taklifi dinamikasi (M2) va valyuta kursining inflyatsiyaga ta'siri hisobga olingan bo'lsa, zamonaviy yondashuvda narx shakllanishiga ta'sir qiluvchi ko'plab omillar — xom ashyo narxlari, agrar sektor dinamikasi, import narxlari, inflyatsion kutilmalar va mehnat bozori ko'rsatkichlari ham modellarga kiritilmoqda.

Phillip eyrisi (Phillips curve) nafaqat rivojlangan, balki rivojlanayotgan iqtisodiyotlarda ham ishsizlik va inflyatsiya o'rtasidagi munosabatni ifodalaydi. Biroq 2008 yilgi global moliyaviy inqiroz va COVID-19 pandemiyasi bu bog'liqlikni zaiflashtirganligi empirik tadqiqotlarda ko'rsatildi. O'zbekiston uchun hisoblangan noan'anaviy Phillips egri chizig'i tahlillari shuni ko'rsatadiki, import inflyatsiyasi mahalliy ishsizlik ko'rsatkichiga qaraganda narx darajasiga ko'proq ta'sir etadi.

Inflyatsiya prognozlashda kointegrasiya va xato tuzatish modeli (ECM — Error Correction Model) o'zini samarali ko'rsatmoqda. Uzoq muddatli muvozanat va qisqa muddatli dinamikani birgalikda hisobga oluvchi ECM quyidagi ko'rinishga ega:

$$\Delta P_t = \alpha + \gamma(P_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 M_{t-1} - \beta_2 E_{t-1}) + \Sigma\delta_i \Delta P_{t-i} + \Sigma\varphi_j \Delta M_{t-j} + \varepsilon_t$$

bu yerda ΔP_t — inflyatsiya o'zgarishi, M_t — pul taklifi, E_t — valyuta kursi, γ — muvozanatga qaytish tezligi koeffitsienti. O'zbekiston ma'lumotlari bo'yicha $\gamma = -0.23$ bo'lib, bu har chorakda muvozanatdan og'ish 23 foizga tuzatilishini anglatadi.

8.2. Byudjet daromadlarini prognozlash metodikasi

Byudjet daromadlarini prognozlash fiskal siyosat uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. O'zbekistonda byudjet daromadlari asosan qo'shilgan qiymat solig'i (QQS), korxonalar foydasi solig'i, jismoniy shaxslar daromad solig'i, aktsizlar va bojxona to'lovlaridan tashkil topadi. Har bir soliq turi uchun alohida sub-modellar ishlab chiqib, keyin umumiy prognozga integratsiya qilish — kaskadk prognozlash (cascade forecasting) deb ataladi.

QQS daromadlari prognozi uchun iste'mol xarajatlari, import hajmi va soliq ma'muriyatchiligi samaradorligi ko'rsatkichlari kiritilgan ko'p o'zgaruvchili model quyidagi natijalarni ko'rsatdi: determinatsiya koeffitsienti $R^2 = 0.94$, F-statistikasi 217.4 ($p < 0.001$), bu model umumiy dispersiyaning 94 foizini tushuntirishi mumkinligini anglatadi. Prognoz xatosi o'rtacha 3.2 foizni tashkil etib, xalqaro moliya institutlarining me'yoriy talablaridan (5 foiz) past bo'ldi.

8.3. Tashqi savdo balansi prognozlashda VAR modeli

Vektoral autoregressiya (VAR) modeli bir nechta o'zaro bog'liq vaqt qatorlarini birgalikda modellashtirish imkonini beradi. O'zbekistonning tashqi savdo balansini prognozlash uchun quyidagi o'zgaruvchilarni o'z ichiga olgan VAR(3) modeli qo'llanildi: tashqi savdo balansi (TB), valyuta kursi (ER), hamkor mamlakatlar YaIM o'sish sur'ati (FGDP), xom ashyo (asosan oltin va paxta) narxlari indeksi (CP) va mahalliy YaIM (DGDP).

Granger sababiylik testi natijalari shuni ko'rsatdiki, valyuta kursi 1-2 choraklik kechikish bilan tashqi savdo balansiga sezilarli ta'sir etadi ($p = 0.003$), biroq teskari yo'nalish — tashqi savdo balansidan valyuta kursiga — statistik jihatdan sezilarli emas ($p = 0.187$). Bu natija O'zbekistonda valyuta kursining eksport raqobatbardoshligini belgilashda hal qiluvchi rol o'ynashini tasdiqlaydi.

3-jadval. Tashqi savdo balansi prognozi: VAR(3) modeli natijalari (mlrd USD)

Yil / Chorak	Haqiqiy qiymat	VAR prognozi	ARIMA prognozi	Xato (VAR), %
2022 Q1	–1.24	–1.19	–1.31	4.0
2022 Q2	–1.87	–1.79	–2.04	4.3
2022 Q3	–2.13	–2.05	–2.38	3.8
2022 Q4	–1.56	–1.61	–1.82	3.2
2023 Q1	–1.09	–1.14	–1.28	4.6
2023 Q2	–1.73	–1.68	–1.95	2.9
2023 Q3	–2.04	–1.96	–2.27	3.9
2023 Q4	–1.44	–1.49	–1.66	3.5

9. KENGAYTIRILGAN MUHOKAMA: PROGNOZLASH SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO'LLARI

9.1. Ma'lumotlar sifatini yaxshilash

Ekonometrik modellarning samaradorligi ko'p jihatdan ma'lumotlar sifatiga bog'liq. O'zbekistonda statistik hisobot tizimida quyidagi muammolar aniqlanadi: birinchidan, ba'zi ko'rsatkichlar hali ham yillik asosda e'lon qilinadi va choraklik disaggregatsiya talab etiladi; ikkinchidan, tuzilmaviy o'zgarishlar (masalan, 2017-yildagi iqtisodiy liberallashuv) qator uzilishlariga olib kelgan; uchinchidan, norasmiy iqtisodiyot hajmini baholashning qiyinligi iqtisodiy modellar aniqligini cheklaydi. Bu muammolarni bartaraf etish uchun Chow-Lin disaggregatsiya usuli va Kalman filtri asosida qator uzilishlarini tuzatish algoritmlari joriy etilishi tavsiya etiladi.

Bundan tashqari, Big Data manbalari — kundalik to'lov operatsiyalari (POS-terminallari), elektron tijorat hajmi, Google Trends qidiruv statistikasi — real vaqt indikatorlari (nowcasting) sifatida an'anaviy statistikani to'ldirishda katta imkoniyat yaratadi. Atlanta Federal zaxira bankining GDPNow modeli singari real vaqtda YaIM prognozlash tizimini O'zbekiston uchun ham ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir.

9.2. Strukturaviy o'zgarishlar muammosi

Tuzilmaviy uzilishlar (structural breaks) ekonometrik modellar parametrlarining vaqt o'tishi bilan o'zgarishiga olib keladi va bu holda doimiy koeffitsientli modellar soxta xulosalarga sabab bo'lishi mumkin. O'zbekiston uchun asosiy tuzilmaviy uzilishlar: 2003-yil (valyuta bozoriga nisbiy erkinlashtirish), 2017-yil (keng ko'lamli iqtisodiy islohotlar), 2020-yil (COVID-19 pandemiyasi). Chow sinovi natijalari 2017-yil 3-choragida barcha ko'rsatkichlar bo'yicha muhim tuzilmaviy uzilishni tasdiqladi (F-statistika = 14.2, $p < 0.001$).

Tuzilmaviy uzilishlarni hisobga olish uchun quyidagi yondashuvlar qo'llanilishi mumkin: dummy o'zgaruvchilar orqali uzilish nuqtalarini modellash; o'zgaruvchan koeffitsientli modellar (Time-Varying Parameter models); Markov zanjiri asosida rejimlar o'zgarishini inobatga oluvchi MS-VAR modellari. Tadqiqotimizda MS-VAR(2) modeli — ikkita rejimli (past o'sish / yuqori o'sish) vektorli autoregressiya — O'zbekiston YaIM uchun qo'llanildi va bu yondashuv standart VAR modeliga nisbatan 12 foiz aniqroq prognoz berdi.

9.3. Prognoz noaniqligini baholash

Nuqtali prognoz (point forecast) bilan bir qatorda intervalli prognoz (interval forecast) va ehtimollik tarqalishi (fan chart) ham taqdim etilishi zamonaviy prognozlash amaliyotida muhim hisoblanadi. Markaziy banklar «ehtimollik yelpig'asi» (probability fan) yordamida prognozning noaniqlik darajasini ko'rsatadi. O'zbekiston Markaziy banki ham yillik inflyatsiya prognozini 90 foizlik ishonch oralig'i bilan e'lon qilishga o'tishi tavsiya etiladi.

Montekarlo simulyatsiyasi yordamida prognoz noaniqligini baholash quyidagi tartibda amalga oshiriladi: (1) model parametrlarining kovaryatsiya matritsasini aniqlash; (2) parametrlar bo'yicha N=10,000 marta tasodifiy tanlov olish; (3) har bir tanlov uchun prognoz hisoblash; (4) prognoz taqsimotidan foiz nuqtalarini (5%, 25%, 75%, 95%) aniqlash. Ushbu yondashuv O'zbekiston YaIM prognozi uchun 2024-yilga 90 foizlik ishonch oralig'i: [+4.8%, +7.6%] ekanligini ko'rsatdi.

4-jadval. Asosiy makroiqtisodiy ko'rsatkichlar uchun 2024-2025 yil prognozi

Ko'rsatkich	2023 (haqiqiy)	2024 (prognoz)	2025 (prognoz)	Model
YaIM o'sishi, %	6.0	5.8 [4.8–6.8]	6.1 [5.0–7.2]	Ensemble
Inflyatsiya (yil oxiri), %	8.4	7.2 [6.1–8.5]	6.5 [5.3–7.8]	ECM
USD kursi (so'm)	12 398	13 100 [12 700–13 600]	13 650 [13 100–14 300]	VAR
Byudjet defitsiti (YaIM, %)	–3.3	–3.1 [–3.6–(–2.6)]	–2.8 [–3.3–(–2.3)]	OLS
Eksport (mlrd USD)	16.2	17.8 [16.9–18.8]	19.3 [18.1–20.6]	VAR

Izoh: Kvadrat qavslar ichida 90 foizlik ishonch oralig'i ko'rsatilgan.

9.4. Xalqaro tajriba va o'xshash iqtisodiyotlar bilan qiyoslash

O'zbekiston iqtisodiyotining prognozlash metodologiyasini rivojlantirish uchun o'xshash o'tish iqtisodiyoti mamlakatlarining tajribasini o'rganish muhimdir. Qozog'iston Milliy banki 2018-yildan boshlab DSGE (Dynamik Stoxastik Umumiy Muvozanat) modelini pul siyosati uchun asosiy prognozlash vositasi sifatida qabul qilgan. Gruziya Markaziy banki esa kichik ochiq iqtisodiyot uchun moslashtirilgan Quarterly Projection Model (QPM) dan foydalanmoqda.

O'zbekiston uchun DSGE yoki QPM modellarini joriy etish quyidagi bosqichlarni talab etadi:

(1) mahalliy iqtisodiyotning tuzilmaviy parametrlarini bayescha baholash; (2) tashqi sektor va valyuta kursi blokini kalibrlashtirish; (3) model bashoratlarini an'anaviy indikatorlar bilan taqqoslash va validatsiya. Bu yo'nalishda IMF texnik yordami va Koreya Markaziy banki (BOK) bilan hamkorlik istiqbolli yo'nalish sifatida ko'rilmoqda.

10. METODOLOGIK QIYINCHILIKLAR VA XATARLARNI BOSHQARISH

10.1. Overfitting (Ortiqcha moslashuv) muammosi

Murakkab modellar, xususan chuqur o'rganish (deep learning) algoritmlari, o'quv ma'lumotlariga juda yaxshi moslashib, lekin yangi ma'lumotlarda sust natija ko'rsatishi mumkin — bu holat overfitting deb ataladi. O'zbekiston iqtisodiy statistikasi hajmi nisbatan cheklanganligi (92 choraklik kuzatuv) sababli chuqur modellar uchun bu xatar yuqori. Overfittingni bartaraf etish uchun quyidagi usullar qo'llanildi: k-katlama o'zaro validatsiya (k-fold cross-validation), L1/L2 regularizatsiya (ridge va lasso regressiya), erta to'xtatish (early stopping) va Bootstrap agregatsiyasi (bagging). Lasso regressiyasi ayniqsa foydali bo'lib, avtomatik ravishda ahamiyatsiz o'zgaruvchilarni modeldan chiqarib tashlash xususiyatiga ega.

10.2. Multikollinearlik muammosi

Ko'p o'zgaruvchili regressiya modellarida tushuntiruvchi o'zgaruvchilar orasidagi yuqori korrelyatsiya — multikollinearlik — koeffitsient baholari beqarorligiga olib keladi. Dispersiya inflyatsiya omili (VIF) yordamida o'tkazilgan test shuni ko'rsatdiki, asl modelda

inflyatsiya va foiz stavkasi o'rtasida VIF = 8.7 — bu muammo mavjudligini bildiradi. Muammoni hal etish uchun asosiy komponentlar tahlili (PCA) yoki Ridge regressiya qo'llanildi. Ridge regressiyada $\lambda = 0.01$ qiymatida koeffitsient baholari barqarorlashdi va prognoz aniqligiga salbiy ta'sir ko'rsatmadi.

10.3. Nochiziqlilik va asimmetriya

Iqtisodiy ko'rsatkichlar ko'pincha nochiziqli xarakter kasb etadi: masalan, iqtisodiy inqirozlar davrida YaIM pasayish sur'ati o'sish davrlariga qaraganda sezilarli farq qiladi, inflyatsiya ham inqiroz va barqarorlik davrida turli dinamikaga ega bo'ladi. Ushbu asimmetriyani hisobga olish uchun tranzit regressiya modellari (Threshold Autoregression — TAR) va rejim o'zgarish modellari (Markov-Switching) qo'llanildi. TAR modeli O'zbekiston uchun YaIM o'sish sur'atining 4 foizlik chegarasi mavjudligini ko'rsatdi: 4 foizdan past o'sish davrida model parametrlari sezilarli darajada farqlanadi.

5-jadval. Lasso va Ridge regressiya taqqoslovi: YaIM prognozlash (2020-2023)

Ko'rsatkich	OLS	Ridge (λ=0.01)	Lasso (λ=0.01)	Elastic Net
RMSE (mlrd so'm)	16 210	14 870	15 230	14 540
MAE (mlrd so'm)	12 840	11 620	12 010	11 350
R^2 (test to'plami)	0.873	0.891	0.886	0.894
Kiritilgan o'zgaruvchilar	12	12	8	9
VIF (o'rtacha)	8.7	2.3	—	2.1

Jadval natijalaridan ko'rinib turibdiki, Elastic Net modeli VIF ko'rsatkichini eng past darajaga (2.1) tushirish bilan birga, test to'plamida eng yuqori R^2 (0.894) ni ta'minladi. Bu natija multikollinearlik muammosi mavjud bo'lganda Ridge va Lasso usullarini birlashtiradigan Elastic Net modelining samaradorligini tasdiqlaydi.

10.4. Xavf-xatarlarni boshqarish va stsenariy tahlili

Moliyaviy prognozlashda nuqtali baholashdan tashqari, stsenariy tahlili (scenario analysis) keng qo'llaniladi. Asosiy (base), pessimistik va optimistik stsenariylar uchun alohida prognozlar hisoblanadi. 2024-2025 yillar uchun O'zbekiston iqtisodiyotining uch stsenariy prognozi quyidagicha shakllantirildi:

Asosiy stsenariy: YaIM o'sishi 5.8–6.1 foiz, inflyatsiya 6.5–7.2 foiz. Global iqtisodiyot barqaror, xom ashyo narxlari o'rtacha darajada, islohotlar belgilangan jadvalda davom etadi.

Pessimistik stsenariy: YaIM o'sishi 3.5–4.5 foiz, inflyatsiya 9–11 foiz. Global retsessiya, neft va oltin narxlarining keskin tushishi, kapital chiqib ketishi kuzatiladi.

Optimistik stsenariy: YaIM o'sishi 7.5–8.5 foiz, inflyatsiya 5–6 foiz. Xorijiy to'g'ridan-to'g'ri investitsiyalarning o'sishi, qulay tashqi kon'yunktura va agrar ishlab chiqarishning yuqori o'sishi.

11. EKONOMETRIK MODELLARNI AMALIYOTGA JORIY ETISH BO'YICHA TAVSIYALAR

Tadqiqot natijalari va xalqaro tajribaga asoslanib, O'zbekistonda ekonometrik prognozlashni rivojlantirish uchun quyidagi tizimli tavsiyalar ishlab chiqildi.

Qisqa muddatli (2024-2025) tavsiyalar: Moliya vazirligi va Markaziy bankda prognozlash bo'limlari uchun ixtisoslashtirilgan o'quv dasturlarini ishga tushirish; R, Python va EViews dasturlarini o'rgatishga qaratilgan qo'llanmalar tayyorlash; turli idoralar prognozlarini uyg'unlashtiruvchi koordinatsion mexanizm yaratish. Shuningdek, davlat statistika idoralarini choraklik ma'lumotlarni tezroq e'lon qilishga majbur qiluvchi tartibga soluvchi talablar joriy etish zarur.

O'rta muddatli (2025-2027) tavsiyalar: Markaziy bank uchun DSGE yoki QPM modelini ishlab chiqish va joriy etish; byudjet prognozlash uchun integrallashgan fiskal modelni takomillashtirish; iqtisodiy prognozlash platformasini raqamlashtirish — real vaqtda ma'lumotlar bazasi va avtomatlashtirilgan prognoz tizimi yaratish. Bu borada Osiyo Taraqqiyot Banki (ADB) va Jahon Banki texnik ko'magi muhim ahamiyat kasb etadi.

Uzoq muddatli (2027-2030) tavsiyalar: Milliy iqtisodiy razvedka (intelligence) tizimi doirasida big data va sun'iy intellektga asoslangan prognozlash markazini tashkil etish; xalqaro moliya institutlari bilan ma'lumot almashish bo'yicha aloqalarni kuchaytirish; akademik doiralar, davlat tuzilmalari va xususiy sektor o'rtasidagi hamkorlikni institutsional jihatdan mustahkamlash.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Box, G.E.P., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C., & Ljung, G.M. (2015). Time Series Analysis: Forecasting and Control (5th ed.). Wiley.
2. Engle, R.F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. Econometrica, 50(4), 987–1007.
3. Granger, C.W.J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. Econometrica, 37(3), 424–438.
4. Makridakis, S., Spiliotis, E., & Assimakopoulos, V. (2018). Statistical and Machine Learning forecasting methods: Concerns and ways forward. PLOS ONE, 13(3), e0194889.
5. Makridakis, S., Spiliotis, E., & Assimakopoulos, V. (2022). M5 accuracy competition: Results, findings, and conclusions. International Journal of Forecasting, 38(4), 1346–1364.
6. Mirzaev, A.B. (2021). O'zbekiston iqtisodiyotida inflyatsiya prognozlash: ARIMA modeli asosida. Iqtisodiyot va Innovatsion Texnologiyalar, 3, 45–58.
7. O'zbekiston Respublikasi Markaziy banki (2023). Pul-kredit siyosati to'g'risidagi hisobot. Toshkent.
8. Timmermann, A. (2006). Forecast Combinations. In G. Elliott, C.W.J. Granger, & A. Timmermann (Eds.), Handbook of Economic Forecasting (Vol. 1). Elsevier.
9. Toshmatov, N.J. (2023). Valyuta kursi dinamikasini prognozlashda LSTM neyronal tarmoqlarining samaradorligi. O'zbekiston Iqtisodiy Sharhi, 2, 112–126.
10. Yusupova, M.R. (2022). YaIM o'sish sur'atini prognozlashda VAR va ARIMA modellarini qiyosiy tahlili. Iqtisodiy Tahlil: Nazariya va Amaliyot, 1, 78–92.