



O'ZBEKISTON SO'MINI ARIMA-GARCH-MONTE-KARLO MODELLARI ASOSIDA PROGNOZ QILISH

Sindarov Fazliddin

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti huzuridagi
"O'zbekiston iqtisodiyotini rivojlantirishning ilmiy asoslari
va muammolari" ilmiy-tadqiqot markazi
ORCID: 0009-0005-0027-0427
fazliddinst2020@gmail.com

Annotatsiya. Valyuta kursini aniq prognoz qilish rivojlanayotgan va chegaraviy bozorlar uchun muhim amaliy ahamiyatga ega. Chunki bunday bozorlarda valyuta kurslari tez o'zgaruvchan bo'lib, devalvatsiya bosimlari, tashqi iqtisodiy shoklar, inflyatsiya tafovutlari va moliya bozoridagi noaniqliklar ta'sirida keskin tebranishi mumkin. Ushbu maqolada AQSh dollarining O'zbekiston so'miga nisbatan kursini prognozlash uchun ARIMA-eGARCH-Monte-Karlo modellari qo'llanildi. Tadqiqot 2018-yil yanvardan 2026-yil aprelgacha bo'lgan kunlik USD/UZS kursi ma'lumotlariga asoslandi. Dastlab valyuta kursining logarifmik daromadlari hisoblanib, ularning statsionarligi ADF, Phillips-Perron va KPSS testlari yordamida tekshirildi. Shundan so'ng kurs daromadlarining o'rtacha dinamikasini baholash uchun ARIMA modeli, o'zgaruvchanlikning klasterlanishi va asimmetrik shoklarni baholash uchun esa GARCH oilasiga mansub eGARCH, eGARCH va GARCH modellari natijalari taqqoslandi. Model natijalariga ko'ra, eGARCH (1,1) modeli eng maqbul model sifatida tanlandi. Keyingi bosqichda ushbu model asosida 252 savdo kuni uchun Monte-Karlo simulyatsiyasi usulidan foydalanib 50 000 ta ssenariy asosida prognoz qiymatlari ishlab chiqildi. Natijalar USD/UZS kursining kelgusi bir yillik ehtimollik ssenariylarini shakllantirish imkonini berdi. Bazaviy median prognoz bir AQSh dollari uchun 12 518 so'mni tashkil etdi, 90 foizlik ehtimollik oralig'i esa 11 621 so'mdan 13 218 so'mgacha bo'lgan diapazonni qamrab oldi. Tadqiqot natijalari USD/UZS kursida devalvatsiya shoklari o'xgarishiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini va valyuta kursini baholashda oddiy nuqtali prognozdan ko'ra ehtimollik asosidagi ssenariylar samaraliroq ekanligini ko'rsatadi. Ushbu yondashuv markaziy bank, tijorat banklari, eksport-import korxonalari va risk-menejerlar uchun valyuta risklarini baholash va stress-testlashda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: USD/UZS kursi, valyuta kursini prognozlash, ARIMA modeli, eGARCH modeli, Monte-Karlo simulyatsiyasi, o'zgaruvchanlik, devalvatsiya riski, ehtimollik prognozi, O'zbekiston so'mi.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КУРСА УЗБЕКСКОГО СУМА НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ARIMA-GARCH-MONTE-KARLO

Синдаров Фазлиддин

Научно-исследовательский центр «Научные основы
и проблемы развития экономики Узбекистана» при
Ташкентском государственном экономическом университете

Аннотация. Точное прогнозирование валютного курса имеет важное практическое значение для развивающихся и пограничных рынков. Это обусловлено тем, что на таких рынках валютные курсы характеризуются высокой волатильностью и могут существенно колебаться под воздействием девальвационного давления, внешних экономических шоков, различий в уровнях инфляции и неопределённости на финансовых рынках. В данной статье для прогнозирования обменного курса доллара США к узбекскому суму применены модели

ARIMA–eGARCH–Монте-Карло. Исследование основано на ежедневных данных обменного курса USD/UZS за период с января 2018 года по апрель 2026 года. На первом этапе были рассчитаны логарифмические доходности валютного курса, а их стационарность проверена с использованием тестов ADF, Phillips–Perron и KPSS. Затем для оценки средней динамики доходностей обменного курса была использована модель ARIMA, а для анализа кластеризации волатильности и асимметричных шоков проведено сравнительное исследование моделей семейства GARCH, включая sGARCH, eGARCH и gjrGARCH. По результатам оценки наиболее адекватной моделью была признана eGARCH(1,1). На следующем этапе на основе выбранной модели методом Монте-Карло были выполнены 50 000 сценарных симуляций для прогнозирования обменного курса на 252 торговых дня. Полученные результаты позволили сформировать вероятностные сценарии динамики курса USD/UZS на предстоящий год. Согласно базовому медианному прогнозу, ожидаемый курс составил 12 518 сумов за один доллар США, тогда как 90%-й прогнозный интервал находился в диапазоне от 11 621 до 13 218 сумов. Результаты исследования свидетельствуют о том, что девальвационные шоки оказывают существенное влияние на динамику курса USD/UZS, а применение вероятностных сценариев обеспечивает более эффективную оценку будущего обменного курса по сравнению с традиционными точечными прогнозами. Предложенный подход имеет практическую значимость для Центрального банка, коммерческих банков, экспортно-импортных предприятий и риск-менеджеров при оценке валютных рисков и проведении стресс-тестирования.

Ключевые слова: курс USD/UZS, прогнозирование валютного курса, модель ARIMA, модель eGARCH, моделирование Монте-Карло, волатильность, риск девальвации, вероятностный прогноз, узбекский сум.

FORECASTING THE UZBEK SOM BASED ON ARIMA–GARCH–MONTE CARLO MODELS

Sindarov Fazliddin

Scientific Research Center "Scientific Foundations and Problems
of the Development of the Economy of Uzbekistan"
under Tashkent State University of Economics

Abstract. Accurate exchange rate forecasting is of considerable practical importance for emerging and frontier markets. In such markets, exchange rates tend to exhibit high volatility and may fluctuate significantly due to depreciation pressures, external economic shocks, inflation differentials, and uncertainty in financial markets. This study employs the ARIMA–eGARCH–Monte Carlo modeling framework to forecast the USD/UZS exchange rate. The analysis is based on daily exchange rate data covering the period from January 2018 to April 2026. First, logarithmic exchange rate returns were calculated, and their stationarity was examined using the Augmented Dickey–Fuller (ADF), Phillips–Perron (PP), and KPSS tests. Subsequently, the ARIMA model was employed to capture the conditional mean dynamics of exchange rate returns, while sGARCH, eGARCH, and gjrGARCH models were compared to evaluate volatility clustering and asymmetric shock effects. The empirical results identified the eGARCH(1,1) specification as the best-performing model. In the next stage, 50,000 Monte Carlo simulations were conducted based on the selected model to generate exchange rate forecasts for a 252-trading-day horizon. The simulation results provided probability-based scenarios for the future path of the USD/UZS exchange rate over the following year. The baseline median forecast indicated an exchange rate of UZS 12,518 per US dollar, while the 90% prediction interval ranged from UZS 11,621 to UZS 13,218. The findings suggest that depreciation shocks have a significant impact on the dynamics of the USD/UZS exchange rate and that probability-based forecasting provides a more informative assessment of future exchange rate movements than conventional point forecasts. The proposed approach offers practical implications for the Central Bank, commercial banks, export-import enterprises, and risk managers in assessing foreign exchange risk and conducting stress testing.

Keywords: USD/UZS exchange rate, exchange rate forecasting, ARIMA model, eGARCH model, Monte Carlo simulation, volatility, depreciation risk, probabilistic forecasting, Uzbek som.

Kirish.

Valyuta kursi milliy iqtisodiyot barqarorligini belgilovchi eng muhim makroiqtisodiy ko'rsatkichlardan biridir. Ayniqsa, tashqi savdo, import narxlari, inflyatsiya, xorijiy qarzga xizmat ko'rsatish, xalqaro investitsiyalar va bank sektoridagi valyuta risklari bevosita almashuv kursining o'zgarishiga bog'liq. Shu sababli valyuta kursini prognozlash nafaqat ilmiy jihatdan, balki amaliy siyosat yuritish, moliyaviy rejalashtirish va risklarni boshqarish nuqtai nazaridan ham dolzarb hisoblanadi. Rivojlanayotgan mamlakatlarda bu masala yanada muhim ahamiyat kasb etadi, chunki bunday iqtisodiyotlarda valyuta bozori tashqi shoklar, inflyatsion bosim, kapital oqimlari, xomashyo narxlari va pul-kredit siyosatidagi o'zgarishlarga nisbatan yuqori sezgirlik namoyon etadi.

O'zbekiston valyuta bozori ham so'nggi yillarda muhim institutsional o'zgarishlarni boshdan kechirdi. 2017-yilda valyuta kursining liberallashtirilishi va rasmiy hamda norasmiy kurslar o'rtasidagi tafovutning bartaraf etilishi milliy valyuta bozorida yangi bosqichni boshlab berdi. Ushbu jarayondan keyin USD/UZS kursi nisbatan bozor mexanizmlariga yaqinroq shakllana boshladi. Biroq bu holat kurs harakatining to'liq barqarorlashganini anglatmaydi. Aksincha, so'm kursi 2018–2026-yillar davomida bosqichma-bosqich qadrsizlanish, ayrim davrlarda keskin tebranishlar, tashqi iqtisodiy shoklar va ichki makroiqtisodiy omillar ta'sirida o'zgaruvchan dinamikani namoyon etdi. Bunday sharoitda oddiy nuqtali prognozlar yetarli bo'lmaydi, chunki ular valyuta kursi atrofidagi noaniqlikni, ehtimoliy yuqori va past stsenariylarni hamda risk darajasini to'liq aks ettira olmaydi.

Valyuta kursini prognozlash bo'yicha xalqaro adabiyotda turli yondashuvlar qo'llanilgan. Klassik makroiqtisodiy modellar almashuv kursini foiz stavkalari pariteti, xarid qobiliyati pariteti, pul massasi, inflyatsiya va tashqi savdo ko'rsatkichlari orqali tushuntirishga harakat qiladi. Biroq amaliy tadqiqotlar, ayniqsa qisqa va o'rta muddatli davrlarda, valyuta kursini aniq prognozlash murakkabligini ko'rsatadi. Shu sababli vaqtli qatorlarga asoslangan ARIMA, GARCH va ularning turli kengaytirilgan shakllari moliyaviy bozorlar, jumladan valyuta kurslari dinamikasini baholashda keng qo'llaniladi. ARIMA modeli kurs daromadlarining o'rtacha harakatini ifodalash imkonini bersa, GARCH oilasidagi modellar tebranuvchanlik klasterlanishi, ya'ni yuqori tebranishlar yuqori tebranishlardan, past tebranishlar esa past tebranishlardan keyin kelish tendensiyasini hisobga oladi. Ayniqsa, eGARCH modeli ijobiy va salbiy shoklarning tebranuvchanlikka turlicha ta'sirini baholash imkonini berishi bilan muhim ahamiyatga ega.

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi USD/UZS valyuta kursining 2018-yil yanvardan 2026-yil aprelgacha bo'lgan kunlik ma'lumotlari asosida bir yillik ehtimollik prognozini ishlab chiqishdan iborat. Buning uchun dastlab kursning logarifmik daromadlari hisoblanadi, ularning statsionarligi ADF, Phillips–Perron va KPSS testlari orqali tekshiriladi. Keyingi bosqichda ARIMA modeli yordamida o'rtacha dinamika baholanadi, so'ngra sGARCH, eGARCH va gjrGARCH modellari taqqoslanilib, eng maqbul tebranuvchanlik modeli tanlanadi. Yakuniy bosqichda tanlangan ARIMA–eGARCH modeli Monte-Karlo simulyatsiyasi bilan birlashtirilib, 252 savdo kuni uchun ehtimollik stsenariylari shakllantiriladi.

Tadqiqotning ilmiy va amaliy ahamiyati shundaki, unda USD/UZS kursi bo'yicha faqat bitta aniq prognoz emas, balki turli ehtimollik darajalariga asoslangan stsenariylar taqdim etiladi. Bunday tahlil markaziy bank, tijorat banklari, import va eksport korxonalari hamda risk-menejerlar uchun valyuta risklarini baholash, stress-test o'tkazish va moliyaviy qarorlar qabul qilishda foydali axborot beradi. Shu jihatdan mazkur tadqiqot O'zbekiston valyuta bozorida noaniqlikni miqdoriy baholash va ehtimollik asosida prognozlash amaliyotini rivojlantirishga hissa qo'shadi.

Adabiyotlar sharhi.

Ushbu tadqiqotning nazariy va metodologik asoslari uchta o'zaro bog'liq ilmiy yo'nalishga tayangan holda shakllantirildi. Birinchi yo'nalish valyuta kursini prognozlash bo'yicha mavjud nazariy qarashlar va empirik tadqiqotlarni qamrab oladi. Ikkinchi yo'nalish moliyaviy vaqtli

qatorlarda tebranuvchanlikni modellashtirish, xususan GARCH oilasiga mansub modellar va ularning amaliy qo'llanilishiga bag'ishlanadi. Uchinchi yo'nalish esa baholangan stoxastik jarayonlar asosida kelgusi davr uchun ehtimollik prognozlarini shakllantirishda Monte-Karlo simulyatsiyasi modelining ahamiyatini izohlaydi.

Valyuta kursini prognozlash muammosi

Valyuta kursini aniq prognozlash xalqaro moliya adabiyotidagi eng murakkab masalalardan biri hisoblanadi. Meese va Rogoff (1983) tadqiqotida strukturaviy valyuta kursi modellari qisqa va o'rta muddatli davrlarda, ya'ni bir oydan o'n ikki oygacha bo'lgan prognoz uqqlarida, oddiy tasodifiy harakat modelidan (random walk) modelidan barqaror ravishda ustun natija bera olmasligi ko'rsatib berilgan. Keyingi tadqiqotlarda, jumladan Cheung, Chinn va Garcia Pascual (2005), Engel, Mark va West (2007) hamda Rossi (2013) ishlarida ham ushbu xulosa asosan yirik va erkin suzuvchi valyutalar misolida tasdiqlangan.

Shu bilan birga, mavjud adabiyotlarda valyuta kursini prognozlash masalasida ikkita muhim jihatni ajratib ko'rsatadi. Birinchidan, ayrim strukturaviy modellar uzoqroq muddatli prognozlarda, ayniqsa foiz stavkalari, inflyatsiya, pul-kredit siyosati qoidalari va makroiqtisodiy fundamentallarga tayangan hollarda, nisbatan yaxshi natija berishi mumkin. Ikkinchidan, valyuta kursining o'rtacha qiymatini aniq prognozlash qiyin bo'lsa-da, uning tebranuvchanligini prognozlash imkoniyati nisbatan yuqoriroqdir. Boshqacha aytganda, kursning ertaga yoki bir yildan keyin aniq qaysi darajada bo'lishini oldindan aytish murakkab, biroq kurs atrofidagi risk, noaniqlik va shartli dispersiya dinamikasini statistik modellar orqali baholash mumkin. Bu esa risk-menejment, bank nazorati, xejlash strategiyalari va stress-testlar uchun muhim amaliy ahamiyatga ega.

Rivojlanayotgan va chegaraviy bozorlar bo'yicha adabiyotlarda yirik valyutalar haqidagi tadqiqotlardan ma'lum darajada farq qiladi. Bunday bozorlarda valyuta kursi ko'pincha to'liq erkin shakllanmaydi. Unga markaziy bank intervensiyalari, ma'muriy tartibga solish, davriy devalvatsiyalar, tashqi savdo shoklari va kapital oqimlaridagi o'zgarishlar ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli valyuta kursi harakati har doim ham oddiy tasodifiy harakat modelidan xususiyatiga ega bo'lmaydi. Bundan tashqari, rivojlanayotgan mamlakatlarda yuqori chastotali va sifatli makroiqtisodiy ma'lumotlarning cheklanganligi strukturaviy modellarni amalda qo'llash imkoniyatini kamaytiradi. Natijada tadqiqotchilar ko'proq vaqtli qatorlar usullariga, xususan ARIMA va GARCH oilasidagi modellarga murojaat qiladilar.

Mazkur tadqiqot ham aynan shu yondashuvga tayanadi. USD/UZS kursining o'rtacha dinamikasini baholash uchun ARIMA modeli, kurs daromadlarining vaqt bo'yicha o'zgaruvchi tebranuvchanligini hisobga olish uchun esa GARCH oilasidagi modellar qo'llaniladi. Bu yondashuv valyuta kursining faqat markaziy prognozini emas, balki uning atrofidagi ehtimoliy risk diapazonini ham baholash imkonini beradi.

GARCH oilasidagi modellar orqali tebranuvchanlikni baholash

Moliyaviy vaqtli qatorlarda tebranuvchanlik odatda vaqt davomida doimiy bo'lmaydi. Ayrim davrlarda kurs o'zgarishlari nisbatan barqaror kechsa, boshqa davrlarda keskin tebranishlar kuzatiladi. Bu holat tebranuvchanlik klasterlanishi deb ataladi. Ushbu xususiyatni hisobga olish uchun Engle (1982) ARCH modelini taklif etgan, keyinchalik Bollerslev (1986) uni GARCH modeli sifatida umumlashtirgan. GARCH modeli oldingi davr shoklari va oldingi davr tebranuvchanligi asosida joriy davrdagi risk darajasini baholash imkonini beradi.

Biroq standart GARCH modeli ijobiy va salbiy shoklarning ta'sirini bir xil deb qabul qiladi. Amaliy moliyaviy bozorlarda esa salbiy va ijobiy shoklar tebranuvchanlikka turlicha ta'sir ko'rsatishi mumkin. Masalan, valyuta bozorida milliy valyutaning qadrsizlanishi bilan bog'liq shoklar kurs atrofidagi noaniqlikni kuchaytiradi. Bu holat asimmetrik tebranuvchanlik yoki leveraj effekti deb yuritiladi.

Shu sababli GARCH oilasining kengaytirilgan shakllari ishlab chiqilgan. Nelson (1991) tomonidan taklif etilgan eGARCH modeli ijobiy va salbiy shoklarning tebranuvchanlikka turlicha ta'sirini baholash imkonini beradi. Glosten, Jagannathan va Runkle (1993) tomonidan

ishlab chiqilgan gjrGARCH modeli esa salbiy shoklarning qo'shimcha ta'sirini maxsus indikator orqali hisobga oladi.

Rivojlanayotgan va chegaraviy bozor valyutalarida asimmetrik GARCH modellaridan foydalanish muhimdir. Chunki bunday bozorlarda devalvatsiya, tashqi iqtisodiy bosimlar va moliyaviy noaniqliklar kurs tebranuvchanligini keskin oshirishi mumkin. Shu bois mazkur tadqiqotda USD/UZS kursi daromadlarining tebranuvchanligini baholash uchun sGARCH, eGARCH va gjrGARCH model natijalari taqqoslanadi hamda eng maqbul model tanlanadi.

Ehtimollik prognozlashda Monte-Karlo simulyatsiyasi

Monte-Karlo simulyatsiyasi baholangan model asosida kelgusi davr uchun turli ehtimoliy stsenariylarni shakllantirish imkonini beradi. Bu yondashuvda eng so'nggi kuzatilgan qiymatdan boshlab, model parametrlariga tayangan holda ko'p sonli mustaqil trayektoriyalar hosil qilinadi. Har bir trayektoriya valyuta kursining kelajakdagi mumkin bo'lgan harakat yo'nalishini ifodalaydi. Natijada bitta aniq prognoz emas, balki kursning ehtimoliy taqsimoti olinadi.

GARCH modellari bilan birgalikda Monte-Karlo simulyatsiyasidan foydalanish foydalidir. Chunki bu usul o'rtacha kurs dinamikasi bilan bir qatorda vaqt bo'yicha o'zgaruvchi tebranuvchanlikni ham hisobga oladi. Bauwens, Laurent va Rombouts (2006) hamda Hansen va Lunde (2005) tadqiqotlarida GARCH modellarida simulyatsiya usullaridan foydalanish, tebranuvchanlikni prognozlash va Value-at-Risk kabi risk ko'rsatkichlarini baholash masalalari keng yoritilgan. Engle va Manganelli (2004) esa moliyaviy risklarni shartli yondashuv asosida baholash, xususan Value-at-Riskni modellashtirish bo'yicha muhim hissa qo'shgan.

Uzoqroq muddatli valyuta prognozlari bo'yicha adabiyotlar nisbatan cheklangan. Ayniqsa, O'zbekiston so'mi bo'yicha 2017-yildan keyingi liberallashtirilgan davrni qamrab olgan ARIMA-GARCH-Monte-Karlo yondashuviga asoslangan tadqiqotlar yetarli darajada shakllanmagan. Shu jihatdan mazkur tadqiqot USD/UZS kursi bo'yicha ehtimollik asosidagi prognozlash amaliyotini rivojlantirishga hissa qo'shadi.

Ma'lumotlar va logarifmik daromadlarni hisoblash

Empirik tahlil 2018-yil 2-yanvardan 2026-yil 14-aprelgacha bo'lgan davrdagi kunlik nominal USD/UZS valyuta kursi ma'lumotlariga asoslanadi. Ushbu ko'rsatkich bir AQSh dollari uchun necha so'm to'g'ri kelishini ifodalaydi. Ma'lumotlar tozalangandan va savdo kunlari bo'yicha tartibga keltirilgandan so'ng jami 2 137 ta kunlik kuzatuv shakllantirildi. Tanlama davri 2017-yil sentyabr oyida amalga oshirilgan valyuta bozorini liberallashtirish jarayonidan keyingi bosqichni qamrab oladi. Bu esa avvalgi ma'muriy kurs rejimi bilan bog'liq strukturaviy uzilishlardan qochish va nisbatan bir xil institutsional sharoitdagi kurs dinamikasini tahlil qilish imkonini beradi.

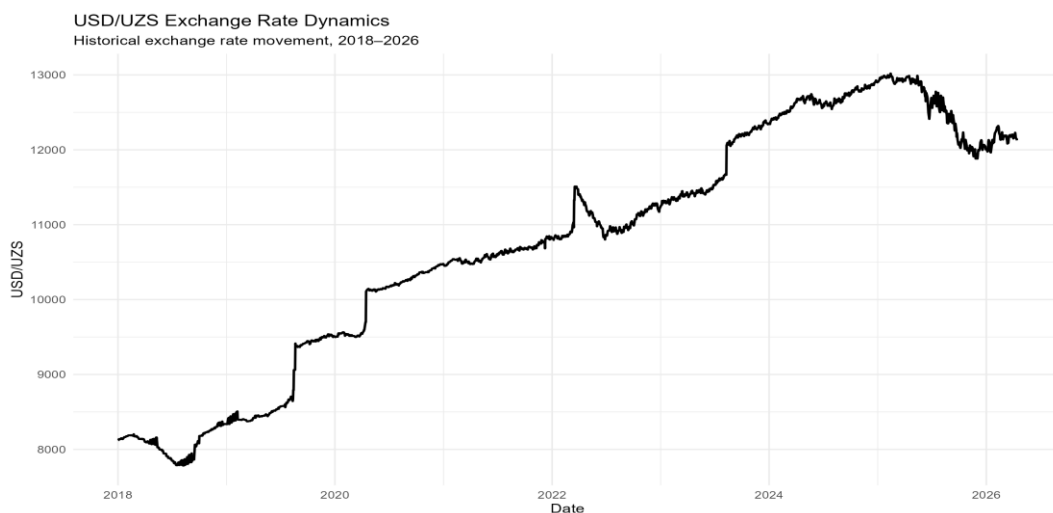
1-rasmda 2018–2026-yillar davomida USD/UZS kursining umumiy harakati aks ettirilgan. Grafikdan ko'rinadiki, tanlama davrida kurs asosan yuqoriga yo'nalgan trendga ega bo'lgan. Xususan, 2018-yil boshida bir AQSh dollari taxminan 8 120 so'm atrofida bo'lgan bo'lsa, 2026-yil apreliga kelib bu ko'rsatkich 12 126 so'm atrofida shakllangan. Bu davr mobaynida so'mning AQSh dollariga nisbatan sezilarli darajada qadrsizlanganini ko'rsatadi.

Shu bilan birga, kurs harakati bir tekis kechmagan. Ayrim davrlarda keskin o'zgarishlar kuzatilgan. Jumladan, 2019-yil oxiridagi kurs tuzatishlari, 2020-yilda COVID-19 pandemiyasi va global xomashyo bozorlaridagi beqarorlik bilan bog'liq tebranishlar, 2022-yilda Rossiya–Ukraina urushi va unga bog'liq mintaqaviy iqtisodiy ta'sirlar, shuningdek 2023–2024-yillardagi tezlashgan devalvatsiya bosqichi USD/UZS kursi dinamikasida muhim iz qoldirgan. 2024-yil oxiridan keyin esa so'm kursida qisman mustahkamlanish kuzatilib, USD/UZS kursi avvalgi yuqori darajalardan biroz pasaygan.

Valyuta kursi darajalari odatda statsionar bo'lmagani sababli ularni bevosita modellashtirish noto'g'ri xulosalarga olib kelishi mumkin. Shu bois tadqiqotda kursning o'zi emas, balki uning kunlik logarifmik daromadlari hisoblanadi. Logarifmik daromadlar quyidagi formula orqali aniqlanadi:

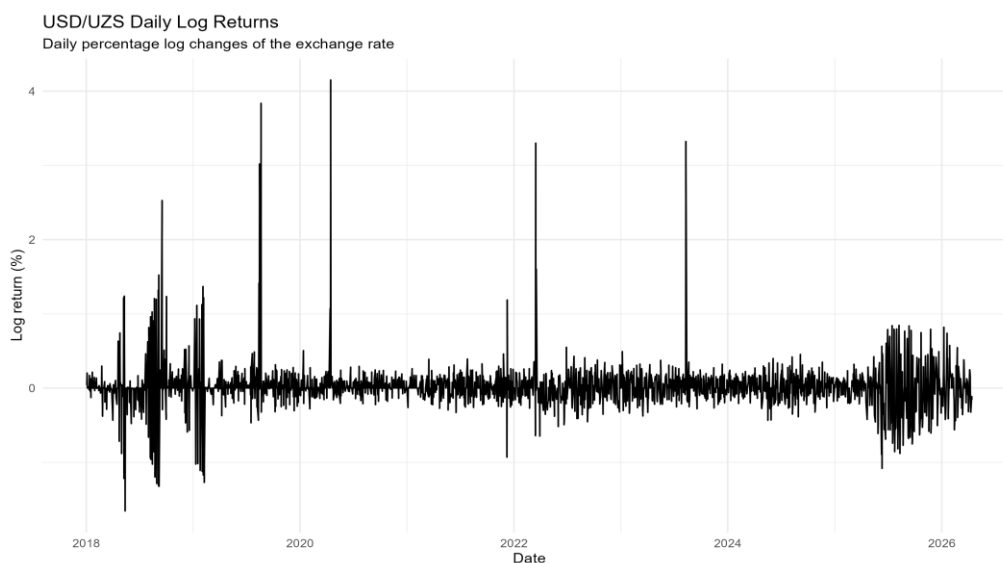
$r_t = (\ln P_t - \ln P_{t-1}) \times 100$ bu yerda P_t - t-kundagi USD/UZS kursi, P_{t-1} - undan oldingi kundagi kurs, r_t esa kunlik logarifmik daromadni bildiradi. Natijani 100 ga ko'paytirish daromadlarni foiz ko'rinishida ifodalash imkonini beradi.

Ushbu transformatsiya valyuta kursidagi nisbiy o'zgarishlarni aniqroq baholashga yordam beradi. Bundan tashqari, logarifmik daromadlar kurs darajalariga nisbatan statistik jihatdan barqarorroq bo'lib, ARIMA va GARCH oilasidagi modellarni qo'llash uchun qulay hisoblanadi. Shu sababli keyingi empirik tahlilda USD/UZS kursining darajasi emas, balki uning kunlik logarifmik daromadlari asosiy tahlil obyekti sifatida foydalaniladi.



1-rasm. Kunlik USD/UZS valyuta kursi, 01.01.2018 – 14.04.2026.

2-rasmda USD/UZS kursining kunlik logarifmik daromadlari tasvirlangan. Grafik kurs o'zgarishlari barcha davrlarda bir xil darajada kechmaganini ko'rsatadi. Ayrim barqaror davrlarda keskin tebranishlar bilan almashib turgan bo'lib, bu moliyaviy vaqtli qatorlarga xos tebranuvchanlik klasterlanishini anglatadi. Bunday yuqori tebranishlar 2018–2019-yillar boshida, 2019-yil oxiri va 2020-yil atrofida, 2022-yil boshida hamda 2025–2026-yillarda yaqqol kuzatilgan. Shuningdek, ayrim kunlarda kurs daromadlari odatiy tebranishlardan ancha yuqori bo'lgan keskin sakrashlarni ham namoyon etgan. Bu holat USD/UZS kursi daromadlarida normal taqsimotdan chetlanish va ekstremal kuzatuvlar mavjudligini ko'rsatadi.



2-rasm. Kunlik USD/UZS logarifmik daromadlari (foizda), 01.01.2018 – 14.04.2026

1-jadvalda USD/UZS kursining logarifmik daromadlari bo'yicha tavsifiy statistika keltirilgan. Natijalarga ko'ra, o'rtacha kunlik daromad 0,0188% ni tashkil etib, bu yillik hisobda taxminan 4,74% devalvatsiya sur'atiga mos keladi. Bu holat so'mning AQSh dollariga nisbatan uzoq muddatli zaiflashuv tendensiyasini ko'rsatmoqda.

Yillik tebranuvchanlik 4,91% atrofida bo'lib, bu USD/UZS kursining nisbatan boshqariladigan valyuta rejimida shakllanishini ko'rsatadi. Shu bilan birga, minimal kunlik daromad -1,66%, maksimal kunlik daromad esa +4,15% bo'lgani kursda ayrim keskin sakrashlar mavjudligini anglatadi. Bunday holat USD/UZS daromadlari oddiy normal taqsimotga to'liq mos kelmasligini va ekstremal kuzatuvlarni hisobga oluvchi modellarni qo'llash zarurligini ko'rsatadi.

1-jadval

USD/UZS kunlik logarifmik daromadlarining tavsifiy statistikasi

Ko'rsatkich	Qiymat
Kuzatuvlar soni	2 136
O'rtacha kunlik daromad (%)	0,0188
Median kunlik daromad (%)	0,0000
Minimal kunlik daromad (%)	-1,6558
Maksimal kunlik daromad (%)	4,1515
Standart chetlanish (%)	0,3093
Yillik o'rtacha daromad (%)	4,7359
Yillik tebranuvchanlik (%)	4,9104

Statsionarlik diagnostikasi

Shartli o'rtacha modelini baholashdan oldin USD/UZS kursining logarifmik daromadlari statsionarlikka tekshirildi. Buning uchun uchta keng qo'llaniladigan testdan foydalanildi. Kengaytirilgan Dikki-Fuller (ADF), Phillips-Perron (PP) va KPSS testlari. ADF va PP testlarida nol gipoteza qatorning birlik ildizga ega ekanligini, ya'ni statsionar emasligini bildiradi. KPSS testida esa nol gipoteza qatorning statsionar ekanligini anglatadi. Shu sababli ushbu testlarni birgalikda qo'llash xulosa ishonchliligini oshiradi.

2-jadvalda keltirilgan natijalar logarifmik daromadlar qatori statsionar ekanligini ko'rsatadi. ADF testi statistikasi -12,0999 ni tashkil etib, birlik ildiz bo'yicha nol gipotezani rad etadi. Phillips-Perron testi ham xuddi shunday natija beradi va qatorning statsionarligini ko'rsatmoqda. KPSS testi bo'yicha esa 0,4502 test statistikasi va 0,0555 p-qiymat 5% ahamiyatlilik darajasida statsionarlik bo'yicha nol gipotezani rad etmaslikka asos beradi.

Demak, uchta test natijasi bir xil xulosani beradi. Unga ko'ra, USD/UZS kursining logarifmik daromadlari statsionar hisoblanadi. Shu sababli qo'shimcha differensiyalash talab etilmaydi va keyingi bosqichda shartli o'rtacha dinamikasini baholash uchun ARIMA modelidan foydalanish mumkin.

2-jadval.

USD/UZS kunlik logarifmik daromadlari uchun statsionarlik testi natijalari.

Test	Nol gipoteza	Statistika	p-qiymat	Qaror (5% daraja)
ADF	Birlik ildiz	-12,0999	0,0100	H_0 rad etiladi: qator statsionar
Phillips-Perron	Birlik ildiz	-2 381,36	0,0100	H_0 rad etiladi: qator statsionar
KPSS	daraja statsionarligi	0,4502	0,0555	H_0 rad etilmaydi: statsionar

ARIMA o'rtacha modeli va ARCH-LM diagnostikasi

Logarifmik daromadlar qatori statsionar ekani aniqlangandan so'ng, shartli o'rtacha dinamikasini baholash uchun ARIMA(p,0,q) modellar sinfi ko'rib chiqildi. Eng maqbul modelni tanlashda Hyndman va Khandakar (2008) tomonidan taklif etilgan hamda forecast paketida qo'llaniladigan avtomatlashtirilgan tanlash yondashuvidan foydalanildi. Ushbu yondashuv axborot mezonlari asosida ma'lumotlarga eng mos va nisbatan sodda modelni aniqlash imkonini beradi.

Natijalarga ko'ra, noldan farqli o'rtachaga ega ARIMA(2,0,3) modeli eng maqbul spetsifikatsiya sifatida tanlandi. 3-jadvalda keltirilganidek, modelning logarifmik ishonchlilik qiymati 9 336,17 ni tashkil etdi. Shuningdek, $AIC = -18\,658,35$, $AICc = -18\,658,29$ va $BIC = -18\,618,68$ qiymatlari modelning ma'lumotlarga yaxshi moslashganini ko'rsatadi. Namuna ichidagi xatolik darajasi ham past bo'lib, $RMSE\ 3,06 \times 10^{-3}$ ga teng. Bundan tashqari, birinchi lagdagi qoldiq avtokorrelyatsiyaning deyarli nolga tengligi ($ACF_1 = 0,0021$) tanlangan ARIMA modeli logarifmik daromadlarning o'rtacha dinamikasini yetarli darajada ifodalashini ko'rsatadi.

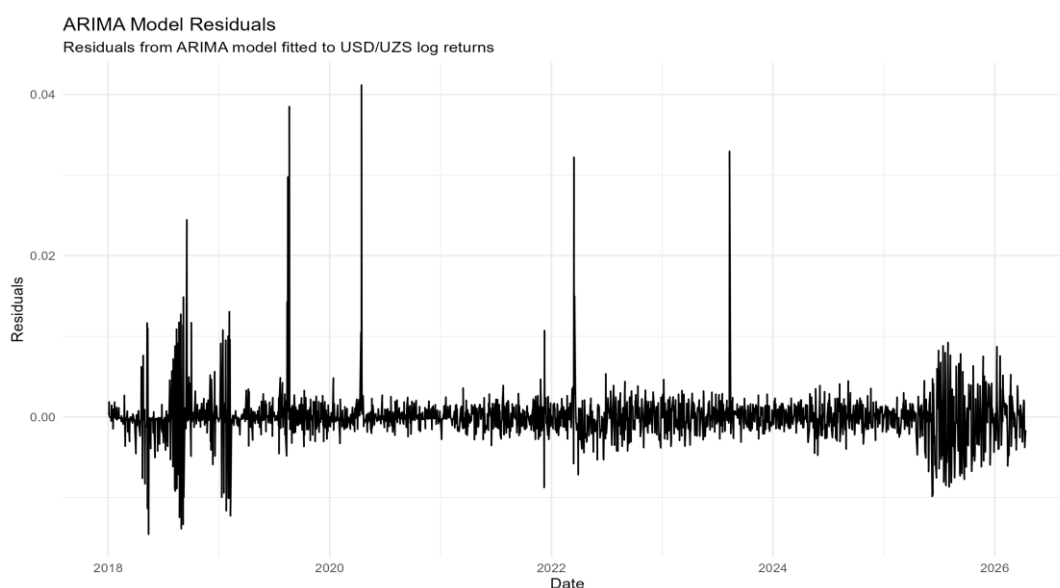
3-jadval.

USD/UZS logarifmik daromadlari uchun tanlangan ARIMA modeli.

Model	AIC	AICc	BIC	Logarifmik ishonchlilik
ARIMA(2,0,3), noldan farqli o'rtacha	-18 658,35	-18 658,29	-18 618,68	9 336,17

Baholangan ARIMA(2,0,3) modeli qisqa muddatli avtoregressiv va ko'chuvchi o'rtacha dinamikani aks ettiradi. Modelda ($ar_1 \approx -0,005$), ($ar_2 \approx -0,879$), ($ma_1 \approx -0,100$), ($ma_2 \approx 0,906$) va ($ma_3 \approx -0,137$) qiymatlari kuzatiladi. Shuningdek, modelda kichik musbat dreyf mavjud bo'lib, bu USD/UZS kursida uzoq muddatli devalvatsiya tendensiyasi borligini tasdiqlaydi.

ARIMA qoldiqlariga qo'llanilgan Ljung–Boks testi 34,42 statistikani va 0,0234 p-qiymatni ko'rsatdi. Bu natija qoldiqlarda juda kichik darajada avtokorrelyatsiya saqlanib qolgan bo'lishi mumkinligini bildiradi. Biroq ushbu bog'liqlik miqdor jihatidan kuchli emas va keyingi bosqichda qoldiqlardagi tebranuvchanlikni GARCH oilasidagi modellar orqali baholash zarurligini ko'rsatadi.



3-rasm. USD/UZS logarifmik daromadlari uchun moslashtirilgan ARIMA(2,0,3) modelining qoldiqlari.

ARIMA qoldiqlari uchun ARCH-LM testlari

ARIMA modeli logarifmik daromadlarning o'rtacha dinamikasini ma'lum darajada ifodalagan bo'lsa-da, model qoldiqlarida tebranuvchanlik klasterlanishi saqlanib qolgan. Ya'ni ayrim davrlarda qoldiqlar nisbatan kichik bo'lsa, boshqa davrlarda ularning keskin kattalashgani kuzatiladi. Bu holat shartli geteroskedastiklik mavjud bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi. ARCH effektlarini rasmiy tekshirish uchun Engle (1982) tomonidan taklif etilgan ARCH-LM testi qo'llanildi. Test ARIMA qoldiqlarining kvadrat qiymatlari asosida 5, 10, 15 va 20 laglar bo'yicha amalga oshirildi. 4-jadvalda keltirilgan natijalarga ko'ra, barcha laglarda ARCH effektlari yo'qligi haqidagi nol gipoteza rad etiladi. p-qiymatlarning juda kichik bo'lishi qoldiqlarda shartli geteroskedastiklik mavjudligini tasdiqlaydi.

4-jadval.

ARIMA qoldiqlari uchun ARCH-LM testi.

Test	Statistika	p-qiymat	Qaror
ARCH-LM, 5-lag	71,348	$5,37 \times 10^{-14}$	H_0 rad etiladi: ARCH effektlari mavjud
ARCH-LM, 10-lag	72,731	$1,31 \times 10^{-11}$	H_0 rad etiladi: ARCH effektlari mavjud
ARCH-LM, 15-lag	73,420	$1,09 \times 10^{-9}$	H_0 rad etiladi: ARCH effektlari mavjud
ARCH-LM, 20-lag	73,791	$4,33 \times 10^{-8}$	H_0 rad etiladi: ARCH effektlari mavjud

Demak, ARIMA modeli o'rtacha dinamikani baholash uchun yetarli bo'lsa-da, kurs daromadlaridagi vaqt bo'yicha o'zgaruvchi tebranuvchanlikni alohida modellashtirish zarur. Shu sababli keyingi bosqichda ARIMA modeli GARCH oilasidagi shartli dispersiya modellari bilan to'ldiriladi.

GARCH oilasidagi modellar orqali tebranuvchanlikni baholash

ARIMA modeli qoldiqlarida ARCH effektlari mavjudligi aniqlangach, USD/UZS kursi daromadlarining vaqt bo'yicha o'zgaruvchi tebranuvchanligini baholash uchun GARCH oilasidagi uchta model natijalari taqqoslandi. Barcha modellarda o'rtacha tenglama sifatida ARIMA(2,0,3) spetsifikatsiyasi saqlab qolindi. Shuningdek, valyuta kursi daromadlarida ekstremal kuzatuvlar mavjudligini hisobga olish uchun innovatsiyalar Student-t taqsimoti asosida baholandi.

Birinchi model Bollerslev (1986) tomonidan taklif etilgan standart simmetrik sGARCH(1,1) modeli bo'lib, u ijobiy va salbiy shoklarning tebranuvchanlikka ta'sirini bir xil deb qabul qiladi. Ikkinchi model Nelson (1991) tomonidan ishlab chiqilgan eGARCH(1,1) modeli bo'lib, u shartli dispersiyaning logarifmik shaklini modellashtiradi va shoklarning asimmetrik ta'sirini hisobga olish imkonini beradi. Uchinchi model Glosten, Jagannathan va Runkle (1993) tomonidan taklif etilgan gjrGARCH(1,1) modeli bo'lib, u salbiy shoklarning tebranuvchanlikka qo'shimcha ta'sirini maxsus indikator orqali baholaydi.

Ushbu uch modelni taqqoslash orqali USD/UZS kursi daromadlarida tebranuvchanlik simmetrik shakldami yoki ijobiy va salbiy shoklarga turlicha javob beradimi, degan savolga empirik javob olinadi. Tegishli shartli dispersiya tenglamalari quyida keltiriladi.

$$\text{sGARCH: } \sigma^2_t = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 - 1 + \beta_1 \sigma^2_{t-1}$$

$$\text{eGARCH: } \ln \sigma^2_t = \omega + \alpha_1 (|z_t| - 1) - E|z_t| + \gamma_1 z_t - 1 + \beta_1 \ln \sigma^2_{t-1}$$

$$\text{gjrGARCH: } \sigma^2_t = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 - 1 + \gamma_1 I_t - 1 \varepsilon_{t-1}^2 - 1 + \beta_1 \sigma^2_{t-1}$$

Bu yerda z_t standartlashtirilgan innovatsiyani, ε_t esa standartlashtirilmagan qoldiqni bildiradi. I_{t-1} indikator funksiyasi bo'lib, $\varepsilon_{t-1} < 0$ bo'lganda 1 ga, aks holda 0 ga teng. eGARCH va gjrGARCH modellarida γ_1 parametri shoklarning tebranuvchanlikka asimmetrik ta'sirini

ifodalaydi. Musbat γ_1 devalvatsiya shoklari qadrlanish shoklariga nisbatan kuchliroq tebranuvchanlik javobini keltirib chiqarishini anglatadi. Uchala model R dasturidagi rugarch paketi yordamida kvazi-maksimal ishonchlilik usuli orqali baholandi.

Axborot mezon bo'yicha solishtirish

Modelni taqqoslash natijalari 5-jadvalda keltirilgan. Axborot mezonlari bo'yicha eGARCH(1,1) modeli sGARCH(1,1) va gjrGARCH(1,1) modellari nisbatan yaxshiroq natija berdi. Xususan, eGARCH modeli uchun AIC qiymati $-9,7246$ ni, BIC qiymati esa $-9,6954$ ni tashkil etdi va bu ko'rsatkichlar boshqa modellarga nisbatan pastroq bo'ldi. Shibata hamda Hannan-Kuinn mezonlari ham aynan eGARCH modelini eng maqbul spetsifikatsiya sifatida tasdiqladi.

Shu sababli keyingi tahlil uchun eGARCH(1,1) modeli tanlandi. Ushbu tanlov nazariy jihatdan ham asosli, chunki eGARCH modeli ijobiy va salbiy shoklarning tebranuvchanlikka turlicha ta'sirini hisobga oladi. Bu xususiyat devalvatsiya bosimlari va asimmetrik risklar mavjud bo'lgan USD/UZS kabi valyuta kurslarini modellashtirishda muhim ahamiyatga ega.

5-jadval.

GARCH oilasidagi modellarning taqqoslanishi (past qiymatlar yaxshiroq moslikni bildiradi).

Model	AIC	BIC	Shibata	HQIC
sGARCH(1,1)	-9,7106	-9,6840	-9,7106	-9,7008
eGARCH(1,1) - tanlangan	-9,7246	-9,6954	-9,7246	-9,7139
gjrGARCH(1,1)	-9,7109	-9,6817	-9,7110	-9,7002

eGARCH parametrlari baholari va diagnostikasi

Baholangan eGARCH(1,1) parametrlari 6-jadvalda keltirilgan. Natijalarga ko'ra, asosiy parametrlar statistik jihatdan ahamiyatli bo'lib, tanlangan model USD/UZS kursi daromadlaridagi tebranuvchanlikni yetarli darajada ifodalaydi. $\gamma_1 = 0,3310$ bo'lgan asimmetriya parametri musbat va ahamiyatli natija bergani kurs shoklarining tebranuvchanlikka ta'siri bir xil emasligini ko'rsatadi. USD/UZS kursi oshishi so'mning qadsizlanishini anglatgani sababli, musbat shoklar devalvatsiya bosimi bilan bog'liq bo'lib, ular kurs tebranuvchanligini kuchaytirishi mumkin.

Shuningdek, $\beta_1 = 0,9490$ qiymati birlikka yaqin bo'lib, tebranuvchanlik shoklari sekin so'nishini va kursdagi risk darajasi vaqt bo'yicha barqaror saqlanishini bildiradi. Student-t taqsimoti erkinlik darajasining $\nu = 3,19$ bo'lishi esa innovatsiyalarda qalin dumli taqsimot mavjudligini ko'rsatmoqda. Bu natija USD/UZS kursi daromadlarida ayrim ekstremal kuzatuvlar mavjudligi va normal taqsimot farazi yetarli emasligini ko'rsatadi.

Tanlangan eGARCH(1,1) modelining yetarliligi standart diagnostik testlar orqali tekshirildi. Standartlashtirilgan kvadrat qoldiqlar uchun vaznli Ljung-Boks testlari 1, 5 va 9-laglarda seriyaviy korrelyatsiya mavjud emasligini ko'rsatdi. Shuningdek, 3, 5 va 7-laglar bo'yicha ARCH-LM testlari ham qoldiqlarda qo'shimcha ARCH effektlari saqlanib qolmaganini tasdiqladi. Bu natijalar eGARCH modeli ARIMA qoldiqlarida aniqlangan shartli geteroskedastiklikni yetarli darajada qamrab olganini ko'rsatadi. Bundan tashqari, ishora-og'ish (sign-bias) testi ham statistik jihatdan ahamiyatli natija bermadi. Demak, modelda asimmetrik tebranuvchanlik hisobga olingandan so'ng qoldiqlarda shoklar ishorasiga bog'liq qo'shimcha tizimli ta'sir kuzatilmaydi.

6-jadval.

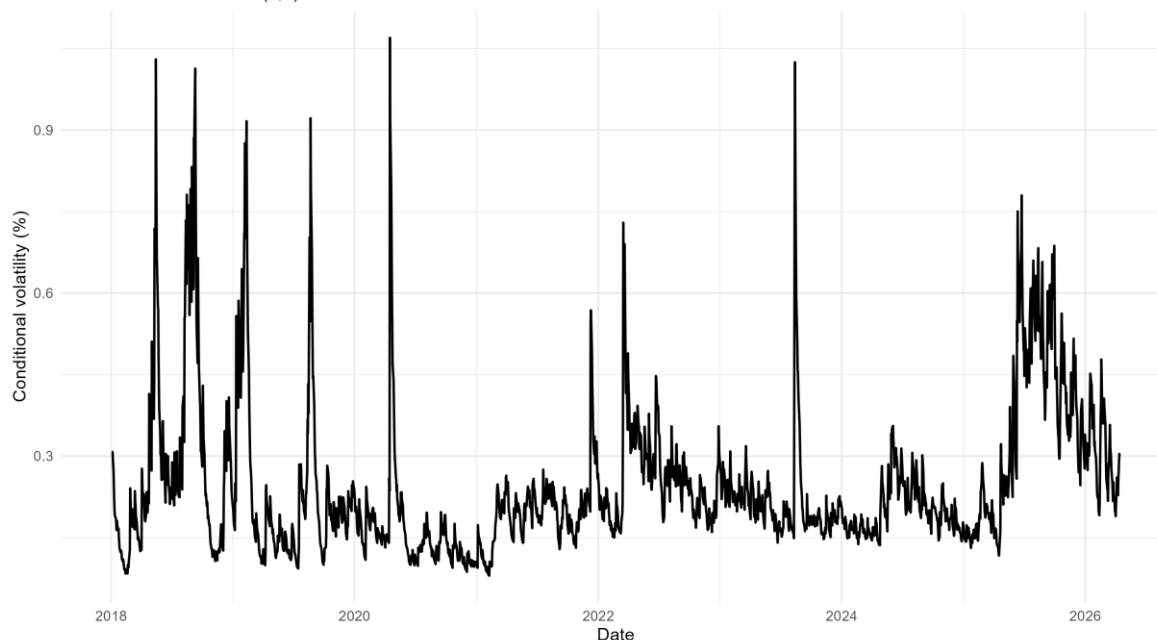
Styudent-t innovatsiyalari bilan eGARCH(1,1) modelining baholangan parametrlari.

Parametr	Baho	Standart xato	t-qiyamat	p-qiyamat
μ (o'rtacha)	0,000109	0,000021	5,28	< 0,001
ar_1	0,5568	0,0643	8,65	< 0,001
ar_2	-0,5576	0,0323	-17,24	< 0,001
ma_1	-0,6114	0,0678	-9,02	< 0,001
ma_2	0,5176	0,0343	15,08	< 0,001
ma_3	-0,0765	0,0122	-6,24	< 0,001
ω	-0,6174	0,0911	-6,78	< 0,001
α_1 (ARCH)	-0,1495	0,0288	-5,19	< 0,001
β_1 (GARCH)	0,9490	0,0075	125,84	< 0,001
γ_1 (leveraj)	0,3310	0,0195	16,98	< 0,001
v (Styudent-t)	3,1868	0,2605	12,23	< 0,001

Shartli tebranuvchanlik dinamikasi

4-rasmda eGARCH(1,1) modeli asosida baholangan shartli tebranuvchanlik dinamikasi tasvirlangan. Natijalar USD/UZS kursi tebranuvchanligi vaqt davomida bir xil bo'lmaganini ko'rsatadi. Nisbatan tinch davrlarda kunlik tebranuvchanlik taxminan 0,20–0,30% atrofida shakllangan bo'lsa, ayrim makroiqtisodiy shoklar davrida keskin oshgan.

Conditional Volatility of USD/UZS Returns
Estimated from eGARCH(1,1) model



4-rasm. eGARCH(1,1) shartli volatilligi (kuniga foizda), 01.01.2018 – 14.04.2026.

Tebranishlarning yuqori cho'qqilari asosan 2018-yildagi liberallashtirishdan keyingi moslashuv jarayoni, 2019-yil oxiridagi kurs tuzatishlari, 2020-yildagi COVID-19 pandemiyasi va global xomashyo bozorlaridagi beqarorlik, 2022-yildagi Rossiya–Ukraina urushi bilan bog'liq mintaqaviy ta'sirlar hamda 2025–2026-yillardagi qayta kuchaygan kurs bosimlari bilan mos keladi. Ayniqsa, 2025–2026-yillardagi tebranuvchanlik avvalgi qisqa muddatli

cho'qqilardan farqli ravishda nisbatan barqarorroq yuqori darajada saqlangani bilan ajralib turadi.

Bu natijalar USD/UZS kursi risklari vaqt bo'yicha o'zgaruvchan ekanligini va oddiy doimiy dispersiya faraziga asoslangan modellar bunday dinamikani yetarli darajada aks ettira olmasligini ko'rsatadi.

7-jadvalda eGARCH(1,1) modeli asosida baholangan shartli tebranuvchanlik statistikasi keltirilgan. Natijalarga ko'ra, o'rtacha kunlik tebranuvchanlik 0,247% ni, median qiymat esa 0,205% ni tashkil etadi. Eng yuqori kunlik tebranuvchanlik 1,070% ga yetgan bo'lib, bu kurs riskining ayrim davrlarda keskin oshganini ko'rsatadi. Yillik hisobda tebranuvchanlik tinch davrlarda taxminan 1,27% atrofida bo'lgan bo'lsa, eng notinch davrlarda 17,0% gacha ko'tarilgan. Bu natijalar USD/UZS kursi risklari vaqt bo'yicha sezilarli darajada o'zgarishini tasdiqlaydi. Shu sababli doimiy dispersiyaga asoslangan oddiy modellar bir yil oldinga prognozlarida kurs atrofida noaniqlikni yetarli darajada aks ettira olmaydi.

7-jadval.

eGARCH(1,1) modelidan namuna ichidagi shartli tebranuvchanlik statistikasi.

Ko'rsatkich	Kunlik (%)	Yillik (%)
O'rtacha shartli tebranuvchanlik	0,2467	3,92
Median shartli tebranuvchanlik	0,2053	3,26
Minimal shartli tebranuvchanlik	0,0801	1,27
Maksimal shartli tebranuvchanlik	1,0697	16,98
Tebranuvchanlikning standart chetlanishi	0,1380	2,19

eGARCH asosidagi Monte-Karlo simulyatsiyasi

Simulyatsiya dizayni

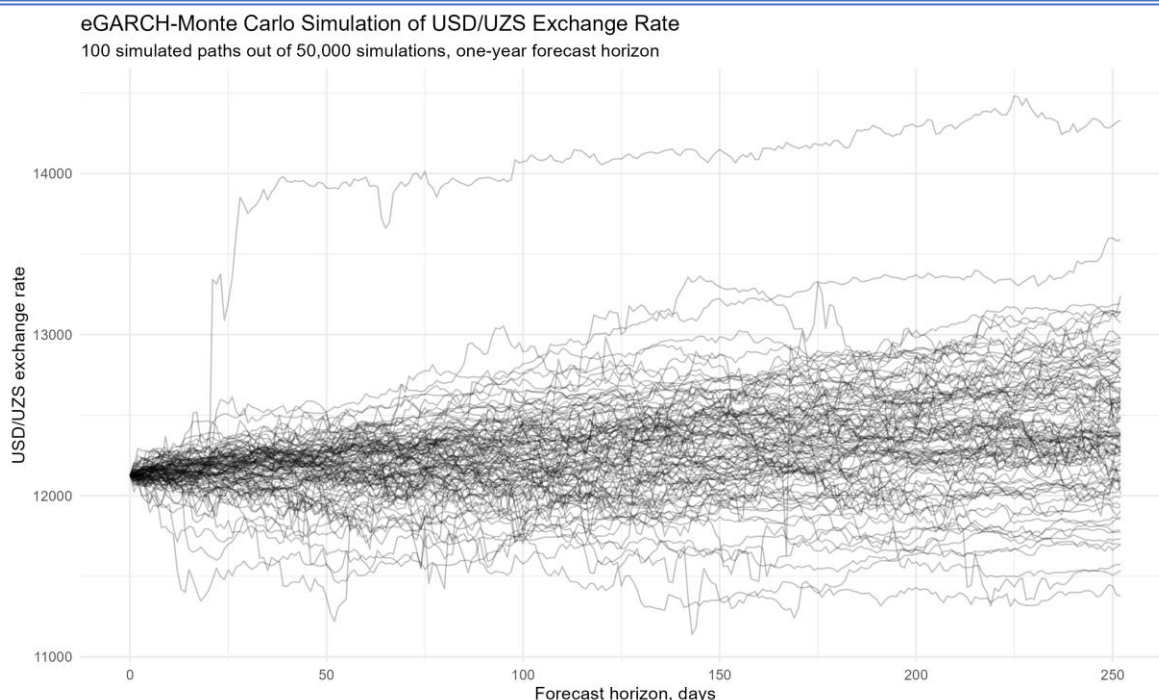
Tanlangan ARIMA(2,0,3) - eGARCH(1,1) - Styudent-t modellardan tashqari prognozlash uchun Monte-Karlo simulyatsiyasida qo'llanildi. Simulyatsiya 2026-yil 14-apreldagi so'nggi kuzatilgan USD/UZS kursi 12 126,10 so'mdan boshlab amalga oshirildi. Prognoz davri 252 savdo kunini qamrab oldi va jami 50 000 ta mustaqil bir yillik trayektoriya hosil qilindi.

Har bir trayektoriya uchun dastlab Styudent-t taqsimotidan standartlashtirilgan innovatsiyalar ishlab chiqildi. Keyin eGARCH tenglamasi orqali shartli tebranuvchanlik, ARIMA tenglamasi orqali esa kunlik logarifmik daromadlar hisoblandi. Shundan so'ng valyuta kursining keyingi qiymati quyidagi rekursiv formula asosida yangilandi:

$P_{t,j} = P_{t-1,j} \times \exp(r_{t,j})$ bu yerda $P_{t,j}$ - j-trayektoriyadagi t-kun uchun simulyatsiya qilingan USD/UZS kursi, $r_{t,j}$ esa mos kunlik logarifmik daromadni bildiradi. Ushbu jarayon 252 savdo kuni davomida takrorlanib, USD/UZS kursining bir yil oldinga ehtimoliy taqsimoti shakllantirildi. Simulyatsiya R dasturidagi rugarch paketi yordamida amalga oshirildi.

Simulyatsiya yakunida 50 000 ta trayektoriyadan 48 tasi sonli jihatdan beqaror natija berdi. Ushbu trayektoriyalarda kurs qiymatlari haddan tashqari yuqori yoki nolga yaqin darajalarga og'ib ketgani sababli ular tahlildan chiqarib tashlandi. Natijada prognoz kvantillarini hisoblash uchun 49 952 ta yaroqli trayektoriya saqlab qolindi.

Bu bosqich muhim, chunki ayrim ekstremal trayektoriyalar simulyatsiya o'rtachasini keskin buzib ko'rsatishi mumkin. Shu sababli yakuniy xulosalar oddiy o'rtacha qiymatga emas, balki median va kvantillarga asoslandi. Median va kvantillar ekstremal chetlanishlarga nisbatan barqarorroq bo'lib, USD/UZS kursi bo'yicha ehtimollik prognozlarini ishonchliroq talqin qilish imkonini beradi.



5-rasm. Bir yillik prognoz davri uchun Monte-Karlo simulyatsiyasi asosida shakllantirilgan USD/UZS kursi trayektoriyalaridan 100 tasining namunaviy to'plami.

Bir yil oldinga prognoz kvantillari

8-jadvalda Monte-Karlo simulyatsiyasi asosida olingan bir yillik prognoz kvantillari keltirilgan. Natijalarga ko'ra, bazaviy median prognoz, ya'ni 50-protsentil qiymati, bir AQSh dollari uchun 12 518 so'mni tashkil etadi. Bu so'nggi kuzatilgan kursga nisbatan taxminan 3,23% devalvatsiyani anglatadi. Ushbu natija USD/UZS kursida uzoq muddatli qadrsizlanish tendensiyasi saqlanib qolayotganini, biroq prognoz qilingan devalvatsiya sur'ati tarixiy o'rtacha ko'rsatkichdan biroz pastroq ekanini ko'rsatadi.

8-jadval.

eGARCH-Monte-Karlo simulyatsiyasidan bir yil oldinga barqaror prognoz kvantillari.

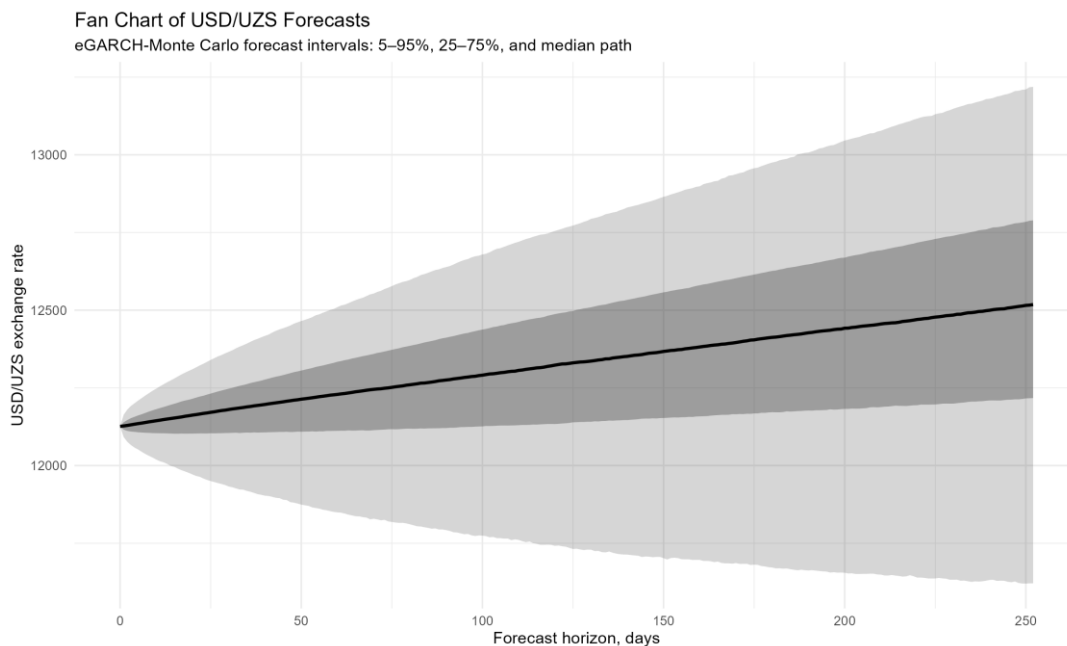
Stsenariy	Kvantil	Prognoz USD/UZS	O'zgarish (%)	Talqin
Pessimistik quyi chegara	5%	11 621	-4,16	So'm qadrlanadi
Quyi stsenariy	25%	12 217	+0,75	Mo'tadil devalvatsiya
Bazaviy median	50%	12 518	+3,23	Markaziy bashorat
Yuqori stsenariy	75%	12 789	+5,46	Trenddan yuqori devalvatsiya
Yuqori riskli yuqori chegara	95%	13 218	+9,00	Dum-risk stsenariysi

25-75-protsentil oralig'i 12 217-12 789 so'm/dollar diapazonida shakllangan bo'lib, bu markaziy 50% ehtimollik oralig'i sifatida talqin qilish mumkin. Ya'ni simulyatsiya natijalarining yarmida USD/UZS kursi aynan shu diapazonda joylashadi. Kengroq 90% ehtimollik oralig'i esa 11 621 so'mdan 13 218 so'mgacha bo'lgan diapazonni qamrab oladi. Bu quyi stsenariyda so'mning qisman mustahkamlanishi, yuqori stsenariyda esa sezilarli devalvatsiya ehtimoli mavjudligini bildiradi.

Umuman olganda, prognoz taqsimoti bazaviy qiymat atrofida to'liq simmetrik emas. Yuqori tomondagi risk, ya'ni devalvatsiya ehtimoli, quyi tomondagi qadrlanish ehtimoliga nisbatan kengroq diapazonga ega. Bu holat USD/UZS kursida yuqori riskli devalvatsiya stsenariylarini alohida hisobga olish zarurligini ko'rsatadi.

Prognozning yelpig'ich shaklidagi diagrammasi

6-rasmda eGARCH–Monte-Karlo modeli asosida olingan prognozning yelpig'ich shaklidagi diagrammasi tasvirlangan. Unda median trayektoriya bilan birga 25–75% va 5–95% ehtimollik oralig'larini ko'rsatilgan. Diagramma prognoz davri uzaygani sari USD/UZS kursi atrofidagi noaniqlik oshib borishini aniq namoyon etadi.



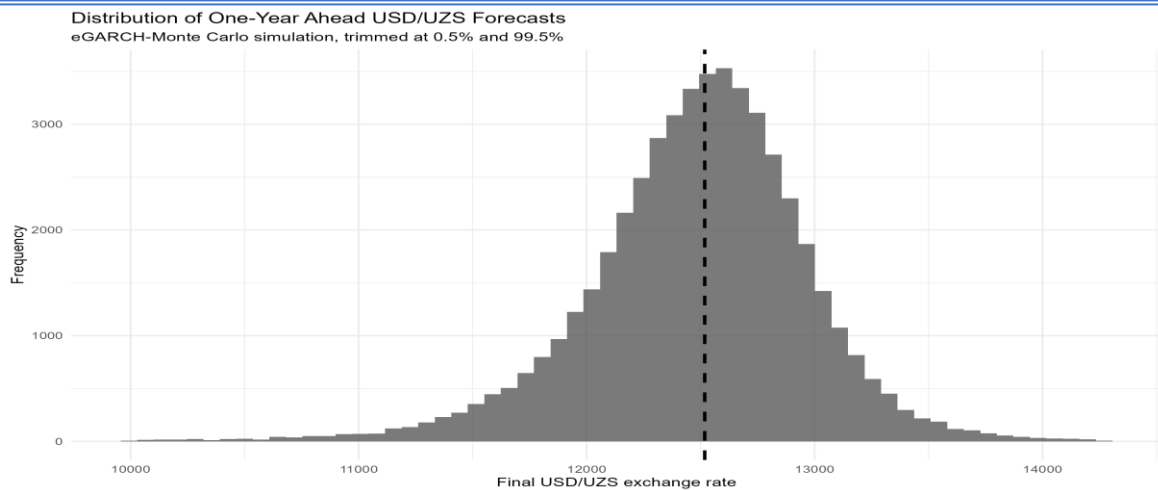
6-rasm. Bir yil oldinga USD/UZS prognozlarining eGARCH–Monte-Karlo yelpig'ich shaklidagi diagrammasi.

Birinchidan, median trayektoriya prognoz davri davomida 12 126 so'mdan 12 518 so'mgacha bosqichma-bosqich yuqorilab boradi. Bu holat USD/UZS kursida uzoq muddatli devalvatsiya tendensiyasi saqlanib qolayotganini bildiradi. Ikkinchidan, ehtimollik oralig'larining vaqt o'tishi bilan kengayib borishi prognoz noaniqligining oshishini ko'rsatadi. Uchinchidan, diagramma to'liq simmetrik emas, ya'ni yuqori chegara quyi chegaraga nisbatan biroz tezroq kengayadi. Bu esa prognoz taqsimotida devalvatsiya tomondagi risklar nisbatan kuchliroq ekanini anglatadi.

Yakuniy prognoz taqsimoti

7-rasmda bir yillik prognoz davri yakunida simulyatsiya qilingan USD/UZS kurslarining empirik taqsimoti ko'rsatilgan. Ekstremal qiymatlar ta'sirini kamaytirish uchun taqsimot 0,5% va 99,5% protsentillar oralig'ida tasvirlangan. Gistogramma bir cho'qqili va taxminan qo'ng'iroqsimon shaklga ega bo'lib, biroz o'ngga qiyshaygan.

Median prognoz bir AQSh dollari uchun 12 518 so'm atrofida joylashgan. Taqsimotning o'ngga qiyshayishi yuqori USD/UZS qiymatlari, ya'ni devalvatsiya tomondagi risklar nisbatan kuchliroq ekanini bildiradi. Bu holat shartli o'rtachadagi musbat dreyf hamda eGARCH modelida kurs shoklarining tebranuvchanlikka asimmetrik ta'siri bilan izohlanadi. Risk-menejment nuqtai nazaridan, ushbu natija stress stsenariylarini baholashda yuqori devalvatsiya ehtimolini alohida hisobga olish zarurligini ko'rsatadi.



7-rasm. Bir yil oldinga USD/UZS prognozlarining empirik taqsimoti (barqaror kesilgan).

Ehtimollik stsenariylarini talqin qilish

8-jadvalda keltirilgan kvantillar alohida nuqtali prognozlar emas, balki USD/UZS kursining ehtimollik stsenariylari sifatida talqin qilinadi. 5-protsentil qiymati 11 621 so'm so'mning qisman mustahkamlanishi mumkin bo'lgan optimistik stsenariyni anglatadi. Bunday holat qulay tashqi sharoitlar, investitsiya oqimlarining ortishi yoki qat'iy pul-kredit siyosati sharoitida yuzaga kelishi mumkin.

50-protsentil, ya'ni 12 518 so'mlik median prognoz bazaviy stsenariy hisoblanadi. U mavjud makroiqtisodiy sharoitlar keskin o'zgarmagan holatda eng markaziy natijani ifodalaydi. 95-protsentil qiymati 13 218 so'm esa yuqori riskli stsenariy bo'lib, tashqi shoklar, mintaqaviy noaniqliklar yoki global moliyaviy sharoitlarning yomonlashuvi natijasida kuchliroq devalvatsiya ehtimolini bildiradi. Shu sababli 95-protsentil qiymati stress-test va valyuta risklarini baholashda muhim amaliy ko'rsatkich sifatida qaraladi.

Amaliy va siyosiy oqibatlar

Model asosida shakllantirilgan ehtimollik prognozlari turli foydalanuvchilar uchun amaliy ahamiyatga ega. Chunki ular USD/UZS kursi bo'yicha faqat bitta nuqtali prognozni emas, balki ehtimoliy kurs diapazonlarini ham ko'rsatadi. Bu esa valyuta risklarini baholash, stress-test o'tkazish va moliyaviy qarorlar qabul qilishda muhim axborot beradi.

Markaziy bank uchun ahamiyati

O'zbekiston Markaziy banki uchun 90% ehtimollik oralig'i valyuta kursining kelgusi davrdagi mumkin bo'lgan harakat diapazonini baholashda foydali yo'nalish beradi. Bunday yondashuv aniq bitta kurs darajasiga bog'lanib qolmasdan, kurs atrofidagi noaniqlikni ham hisobga olish imkonini yaratadi.

6-rasmdagi prognozning yelpig'ich shaklidagi diagrammasi pul-kredit siyosati kommunikatsiyasida valyuta kursi bo'yicha ehtimoliy stsenariylarni tushuntirish uchun qo'llanishi mumkin. Shuningdek, 4-rasmda keltirilgan eGARCH asosidagi shartli tebranuvchanlik qatori valyuta bozorida risk kuchayib borayotgan davrlarni aniqlashga yordam beradi. Ayniqsa, 2025–2026-yillarda shartli tebranuvchanlikning oshgani valyuta kursi bosimlarini doimiy monitoring qilish zarurligini ko'rsatadi.

Fiskal boshqaruv uchun ahamiyati

Fiskal boshqaruv nuqtai nazaridan yuqori riskli stsenariy, ya'ni 95-protsentildagi 13218 so'mlik USD/UZS kursi muhim amaliy ko'rsatkich hisoblanadi. Ushbu qiymat xorijiy valyutada olingan davlat qarziga xizmat ko'rsatish xarajatlarini, import bilan bog'liq budget bosimlarini va valyuta kursi o'zgarishining fiskal barqarorlikka ta'sirini baholashda qo'llanishi mumkin.

Bazaviy stsenariydagi 12 518 so'mlik kurs markaziy budget hisob-kitoblari uchun asosiy yo'nalish sifatida qaralishi mumkin. Biroq o'rta muddatli fiskal rejalashtirish va davlat qarzini boshqarishda 95-protsentil stsenariysini ham alohida hisobga olish zarur. Chunki bunday

yondashuv valyuta kursi keskin qadrsizlangan holatda budjetga tushishi mumkin bo'lgan qo'shimcha bosimlarni oldindan baholash imkonini beradi.

Banklar va moliya sektori uchun ahamiyati

Tijorat banklari uchun 95-protsentildagi 13 218 so'mlik yuqori riskli stsenariy xorijiy valyuta pozitsiyalarini stress-testdan o'tkazishda muhim ko'rsatkich bo'lib xizmat qiladi. Xususan, bu qiymat banklarning sof ochiq valyuta pozitsiyasi, valyuta riskiga ta'sirchan aktiv va majburiyatlari hamda kapital yetarliligi bo'yicha baholashlarda qo'llanishi mumkin.

12 217 – 12 789 so'm oralig'idagi kvartillararo diapazon esa muntazam aktiv-passiv boshqaruvi, likvidlik rejalashtirish va korporativ mijozlarga xorijiy valyutadagi kreditlarni narxlashda amaliy ahamiyatga ega. Bank bo'lmagan moliya institutlari uchun esa simulyatsiya qilingan taqsimot valyuta portfellarida bir yillik Value-at-Risk (VaR) ko'rsatkichini hisoblash uchun asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Korporativ moliya boshqaruvchilari uchun ahamiyati

Eksportchilar, importchilar va korporativ moliya boshqaruvchilari uchun simulyatsiya qilingan prognoz taqsimoti valyuta risklarini boshqarishda muhim amaliy asos bo'lib xizmat qiladi. Chunki u faqat bitta kutilayotgan kursni emas, balki turli ehtimollik darajalaridagi kurs stsenariylarini ham ko'rsatadi.

Masalan, kelgusida AQSh dollarida to'lov amalga oshirishi kerak bo'lgan importchilar yuqori riskli stsenariy 95-protsentil qiymatini xejlash qarorlarida konservativ mezon sifatida qo'llashi mumkin. Riskka nisbatan mo'tadil yondashadigan firmalar esa median prognozdan foydalanishi mumkin. Eksportchilar uchun esa quyi va yuqori kvantillar kutilayotgan valyuta tushumlarini rejalashtirishda foydali bo'ladi. Shu jihatdan ARIMA–eGARCH–Monte-Karlo yondashuvi korxonalar uchun valyuta riskini miqdoriy baholash va xejlash strategiyalarini asoslash imkonini beradi.

Metodologik izoh: asimmetrik tebranuvchanlik

Metodologik nuqtai nazardan, natijalar USD/UZS kursini modellashtirishda asimmetrik GARCH yondashuvlarining ahamiyatini tasdiqlaydi. eGARCH modelining barcha axborot mezonlari bo'yicha ustun chiqishi hamda $\gamma_1 = 0,331$ parametrining ahamiyatli bo'lishi kurs shoklari tebranuvchanlikka bir xil ta'sir qilmasligini ko'rsatadi.

USD/UZS kursi oshishi so'mning qadrsizlanishini anglatgani sababli, devalvatsiya tomondagi shoklar valyuta kursi atrofidagi noaniqlikni kuchaytirishi mumkin. Bunday xususiyatni standart sGARCH modeli to'liq qamrab ola olmaydi. Shu sababli eGARCH modeli valyuta risklarini baholash, stress-testlar va Value-at-Risk ko'rsatkichlarini hisoblashda nisbatan mosroq yondashuv hisoblanadi.

Tadqiqotning asosiy cheklavlari

Mazkur tadqiqot natijalarini talqin qilishda bir nechta cheklavlarni hisobga olish zarur.

Birinchidan, eGARCH–Monte-Karlo simulyatsiyasi tanlama davrida baholangan parametrlar kelgusida ham o'zgarmas qoladi, degan farazga asoslanadi. Parametrlar bahosidagi noaniqlik prognoz taqsimotiga alohida kiritilmagan. Agar bunday noaniqlik bootstrap kabi usullar orqali hisobga olinsa, ehtimollik oraliqlari yanada kengroq bo'lishi mumkin.

Ikkinchidan, tadqiqot sof vaqtli qator yondashuviga tayanadi. Model inflyatsiya farqlari, foiz stavkalari, tashqi savdo sharoitlari, xorijiy valyuta zaxiralari yoki pul-kredit siyosati kabi makroiqtisodiy omillarni bevosita o'z ichiga olmaydi. Shu sababli makroiqtisodiy sharoitlarda keskin o'zgarishlar yuz bersa, model yangi ma'lumotlar asosida qayta baholanishi lozim.

Uchinchidan, prognoz kelajakdagi siyosiy yoki institutsional qarorlarga shartsiz hisoblanadi. Markaziy bank intervensiyalari, valyuta bozoriga oid yangi tartiblar yoki yirik diskret devalvatsiya hodisalari tarixiy ma'lumotlar asosida baholangan jarayondan farq qilishi mumkin. Shuning uchun natijalar liberallashtirishdan keyingi amaldagi valyuta rejimi davom etadi, degan shart ostida talqin qilinishi kerak.

To'rtinchidan, Monte-Karlo simulyatsiyasida juda kichik ulushdagi trayektoriyalar sonli jihatdan beqaror natija bergani sababli tahlildan chiqarildi. Shu bois yakuniy xulosalar o'rtacha

qiymatlarga emas, balki ekstremal kuzatuvlarga nisbatan barqarorroq bo'lgan median va kvantillarga asoslandi.

Beshinchidan, ARIMA modeli qoldiqlarida ayrim yuqori laglarda kichik avtokorrelyatsiya saqlanib qolgan bo'lishi mumkin. Kelgusidagi tadqiqotlarda ARFIMA, rejim almashinuvi modellari yoki Markov-almashinuvi GARCH yondashuvlari orqali o'rtacha va tebranuvchanlik dinamikasini yanada chuqurroq baholash mumkin.

Oltinchidan, prognoz davri 252 savdo kuni, ya'ni bir yil bilan cheklangan. Qisqaroq davrlar uchun prognoz oraliqlari torroq bo'lishi va qisqa muddatli risk-menejment uchun qulayroq natijalar berishi mumkin. Uzoqroq davrlar uchun esa parametr noaniqligi va makroiqtisodiy omillarni hisobga oluvchi kengaytirilgan modellar talab etiladi.

Xulosa va takliflar.

Mazkur maqolada USD/UZS valyuta kursining bir yil oldinga ehtimollik prognozini shakllantirish uchun ARIMA(2,0,3)-eGARCH(1,1)-Student-t modeli Monte-Karlo simulyatsiyasi bilan birlashtirildi. Tadqiqot 2018-yil yanvardan 2026-yil aprelgacha bo'lgan kunlik USD/UZS kursi ma'lumotlariga asoslandi. Dastlab logarifmik daromadlar statsionarlikka tekshirildi va ADF, Phillips-Perron hamda KPSS testlari natijalari qatorning statsionar ekanligini tasdiqladi. Shundan so'ng ARIMA(2,0,3) modeli kurs daromadlarining o'rtacha dinamikasini baholash uchun tanlandi.

ARIMA qoldiqlariga qo'llanilgan ARCH-LM testlari qoldiqlarda shartli geteroskedastiklik mavjudligini ko'rsatdi. Shu sababli keyingi bosqichda sGARCH, eGARCH va gjrGARCH modellari taqqoslandi. Axborot mezonlari natijalariga ko'ra, eGARCH(1,1) modeli eng maqbul spetsifikatsiya sifatida tanlandi. Diagnostik testlar ushbu model qoldiqlardagi tebranuvchanlik klasterlanishini yetarli darajada qamrab olganini tasdiqladi. Shuningdek, asimmetriya parametrlarining ahamiyatli bo'lishi USD/UZS kursi shoklari tebranuvchanlikka bir xil ta'sir qilmasligini ko'rsatdi.

Tanlangan ARIMA-eGARCH modeli asosida 252 savdo kuni uchun 50 000 ta Monte-Karlo trayektoriyasi shakllantirildi. Simulyatsiya natijalariga ko'ra, bir yillik bazaviy median prognoz bir AQSh dollari uchun 12 518 so'mni tashkil etdi. 90 foizlik ehtimollik oralig'i 11 621 so'mdan 13 218 so'mgacha bo'lgan diapazonni qamrab oldi. Kvartillaro oraliq esa 12 217-12 789 so'm atrofida shakllandi. Bu natijalar USD/UZS kursi bo'yicha markaziy prognoz bilan bir qatorda optimistik va yuqori riskli stsenariylarni ham baholash imkonini beradi.

Tadqiqotning asosiy xulosasi shundan iboratki, USD/UZS kursini baholashda yagona nuqtali prognoz yetarli emas. Valyuta kursi atrofidagi noaniqlik, devalvatsiya ehtimoli va tebranuvchanlikning vaqt bo'yicha o'zgarishini hisobga olish uchun ehtimollik asosidagi prognoz yondashuvi muhim ahamiyatga ega. ARIMA-eGARCH-Monte-Karlo modeli markaziy bank, fiskal organlar, tijorat banklari, eksport-import korxonalari va risk-menejerlar uchun valyuta risklarini baholash, stress-test o'tkazish va moliyaviy qarorlar qabul qilishda amaliy vosita bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Shu bilan birga, tadqiqot natijalari tarixiy ma'lumotlar asosida baholangan modelga tayanadi. Kelgusida modelga inflyatsiya, foiz stavkalari, tashqi savdo ko'rsatkichlari, xorijiy valyuta zaxiralari va pul-kredit siyosati omillarini qo'shish orqali USD/UZS kursi prognozini yanada chuqurlashtirish mumkin.

Mazkur tadqiqot kelgusidagi tadqiqotlar uchun bir nechta muhim yo'nalishlarni ochib beradi. Birinchidan, ishlab chiqilgan ehtimollik prognozlarini amalga oshgan kurs qiymatlari bilan solishtirish orqali namunadan tashqari backtest o'tkazish maqsadga muvofiq. Bunda Kupiec testi, Christoffersen shartli qamrov testi hamda tasodifiy harakat va ARIMA etalon modellari bilan Diebold-Mariano solishtirishidan foydalanish mumkin.

Ikkinchidan, kelgusi tadqiqotlarda parametr noaniqligini bootstrap usullari orqali hisobga olish prognoz oraliqlarining ishonchligini oshiradi. Uchinchidan, USD/UZS kursini bir o'lchovli model doirasida emas, balki ko'p o'lchovli yondashuv asosida tahlil qilish mumkin. Masalan, so'm kursining rus rubli, qozoq tengesi, oltin, tabiiy gaz yoki boshqa tashqi omillar

bilan o'zaro bog'liqligini DCC-GARCH yoki BEKK-GARCH modellari orqali baholash mintaqaviy va xomashyo omillarining rolini chuqurroq ochib beradi.

To'rtinchidan, 2024-yil oxiridan keyin kuzatilgan yuqoriroq tebranuvchanlik rejimini aniqroq baholash uchun rejim almashinuvi yoki Markov-almashinuvli GARCH modellaridan foydalanish mumkin. Ushbu yo'nalishlar USD/UZS kursi bo'yicha ehtimollik prognozlarining amaliy ishonchliligini oshiradi va rivojlanayotgan valyuta bozorlarida risklarni baholash bo'yicha keyingi tadqiqotlar uchun mustahkam asos yaratadi.

Adabiyotlar/Jumepamypa/References:

- Bauwens, L., Laurent, S., & Rombouts, J. V. K. (2006). Multivariate GARCH models: A survey. *Journal of Applied Econometrics*, 21(1), 79 – 109.
- Black, F. (1976). Studies of stock price volatility changes. *Proceedings of the 1976 Meeting of the American Statistical Association, Business and Economics Statistics Section*, 177–181.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327.
- Bollerslev, T. (1987). A conditionally heteroskedastic time series model for speculative prices and rates of return. *The Review of Economics and Statistics*, 69(3), 542–547.
- Bollerslev, T., Chou, R. Y., & Kroner, K. F. (1992). ARCH modeling in finance: A review of the theory and empirical evidence. *Journal of Econometrics*, 52(1–2), 5–59.
- Cheung, Y.-W., Chinn, M. D., & Garcia Pascual, A. (2005). Empirical exchange rate models of the nineties: Are any fit to survive? *Journal of International Money and Finance*, 24(7), 1150–1175.
- Chkili, W., Aloui, C., & Nguyen, D. K. (2012). Asymmetric effects and long memory in dynamic volatility relationships between stock returns and exchange rates. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 22(4), 738–757.
- Christoffersen, P. F. (1998). Evaluating interval forecasts. *International Economic Review*, 39(4), 841–862.
- Diebold, F. X., & Mariano, R. S. (1995). Comparing predictive accuracy. *Journal of Business & Economic Statistics*, 13(3), 253–263.
- Engel, C., Mark, N. C., & West, K. D. (2007). Exchange rate models are not as bad as you think. *NBER Macroeconomics Annual*, 22, 381–441.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1007.
- Engle, R. F., & Manganelli, S. (2004). CAViaR: Conditional autoregressive value at risk by regression quantiles. *Journal of Business & Economic Statistics*, 22(4), 367–381.
- Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The Journal of Finance*, 48(5), 1779–1801.
- Hansen, P. R., & Lunde, A. (2005). A forecast comparison of volatility models: Does anything beat a GARCH(1,1)? *Journal of Applied Econometrics*, 20(7), 873–889.
- Hyndman, R. J., & Khandakar, Y. (2008). Automatic time series forecasting: The forecast package for R. *Journal of Statistical Software*, 27(3), 1–22.
- Kupiec, P. H. (1995). Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models. *The Journal of Derivatives*, 3(2), 73–84.
- McMillan, D. G., & Speight, A. E. H. (2001). Non-Fourier estimation of exchange rate volatility. *Applied Economics Letters*, 8(5), 313–318.
- Meese, R. A., & Rogoff, K. (1983). Empirical exchange rate models of the seventies: Do they fit out of sample? *Journal of International Economics*, 14(1–2), 3–24.
- Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica*, 59(2), 347–370.
- Rossi, B. (2013). Exchange rate predictability. *Journal of Economic Literature*, 51(4), 1063–1119.
- Su, C. (2010). Application of EGARCH model to estimate financial volatility of daily returns: The empirical case of China. *University of Gothenburg, Master's Thesis*.