

O'ZBEKISTONDA INFLYATSIYA KO'RSATKICHLARINI NEYRON TARMOQ ASOSIDA TAHLIL QILISH VA PROGNOZLASH

Lobar Qurbonova Xo'jamurod qizi

TerDU magistranti

lobarqurbonova74@gmail.com

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada O'zbekistonda inflyatsiya ko'rsatkichlarini sun'iy neyron tarmoqlar yordamida tahlil qilish va bashoratlash masalalari o'rganiladi. Inflyatsiya iqtisodiy barqarorlikni ta'minlashda muhim rol o'ynovchi ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi. An'anaviy statistik usullar inflyatsiyani bashoratlashda cheklovlarga ega bo'lib, so'nggi yillarda sun'iy intellekt texnologiyalaridan, xususan, chuqur o'rganish asosidagi neyron tarmoqlardan foydalanish keng ommalashmoqda. Tadqiqotda O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi va Markaziy bankining ochiq ma'lumotlari asosida inflyatsiya ko'rsatkichlari yig'ilib, ular asosida sun'iy neyron tarmoq modeli qurildi. Model natijalari an'anaviy regressiya modellari bilan solishtirildi va neyron tarmoq modelining yuqori aniqlik ko'rsatgani kuzatildi. Tadqiqot natijalari inflyatsiya darajasini oldindan aniqlashda innovatsion yondashuvlarning samaradorligini ko'rsatadi hamda iqtisodiy siyosat yuritishda foydali bo'lishi mumkin.

Kalit so'zlar: Inflyatsiya, neyron tarmoq, sun'iy intellekt, bashoratlash, iqtisodiy ko'rsatkichlar, LSTM, O'zbekiston iqtisodiyoti, chuqur o'rganish, vaqtli qatorli ma'lumotlar, prognozlash modeli.

ANNOTATION

This article explores the analysis and forecasting of inflation indicators in Uzbekistan using artificial neural networks. Inflation is one of the key economic indicators that plays a vital role in ensuring economic stability. Traditional statistical methods often face limitations in forecasting accuracy, which has led to increased interest in artificial intelligence technologies, particularly deep learning-based neural networks. In this study, open-source data from the State Committee of the Republic of Uzbekistan on Statistics and the Central Bank was used to train and test a neural network model for predicting inflation rates. The model's performance was compared with traditional regression approaches, showing higher accuracy and efficiency of the neural network model. The results demonstrate the effectiveness of modern AI-based approaches for inflation forecasting and their potential application in economic policy-making.

Keywords: Inflation, neural network, artificial intelligence, forecasting, economic indicators, LSTM, Uzbekistan economy, deep learning, time series data, forecasting model.

1. Kirish.

Inflyatsiya iqtisodiy barqarorlikni ta'minlashda muhim o'rin tutuvchi asosiy makroiqtisodiy ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi. Har bir davlatning iqtisodiy siyosatida inflyatsiya darajasini doimiy nazorat ostida saqlash zarur bo'lib, uning ortishi narxlar barqarorligining buzilishiga, iste'molchilar va ishlab chiqaruvchilarning qarorlarida noaniqlik paydo bo'lishiga olib keladi. Bu esa iqtisodiy tizimda beqarorlikni yuzaga keltirishi mumkin. Shu bois inflyatsiya darajasini aniqlik bilan prognozlash iqtisodiy siyosatni samarali yuritishning ajralmas qismidir.

An'anaviy statistik usullar inflyatsiyani prognozlashda keng qo'llanib kelingan bo'lsa-da, ularning bir qator cheklovlari mavjud. Xususan, katta hajmdagi va murakkab tuzilmadagi vaqtli qatorli ma'lumotlarni tahlil qilishda ularning imkoniyatlari chegaralangan. So'nggi yillarda esa sun'iy intellekt, xususan chuqur o'rganish (deep learning) texnologiyalarining rivojlanishi iqtisodiy prognozlash jarayoniga yangi yondashuvlarni olib keldi. Ayniqsa, sun'iy neyron tarmoqlari, vaqtli qatorli ma'lumotlar asosida yuqori aniqlikka ega bashoratlar taqdim etishda samarali vosita sifatida ajralib turmoqda.

O'zbekiston Respublikasida sun'iy intellekt texnologiyalarini joriy etish va rivojlantirish davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri sifatida belgilangan. Xususan, 2024-yil 15-noyabrda qabul qilingan Prezident qaroriga muvofiq, **"Sun'iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilgacha rivojlantirish strategiyasi"** tasdiqlandi¹. Ushbu strategiyada sun'iy intellekt vositalarini iqtisodiy prognozlashda, jumladan inflyatsiya darajasini tahlil qilish va bashorat qilishda qo'llash alohida yo'nalishlardan biri sifatida ko'rsatib o'tilgan.

Ushbu maqolada O'zbekiston Respublikasida inflyatsiya ko'rsatkichlarini sun'iy neyron tarmoqlar orqali tahlil qilish va prognozlash imkoniyatlari o'rganiladi. Tadqiqot davomida rasmiy statistika ma'lumotlari asosida inflyatsiya darajasidagi o'zgarishlar tahlil qilinib, chuqur o'rganish usullarining, xususan LSTM modelining samaradorligi baholanadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi – inflyatsiyani aniq prognozlash uchun zamonaviy sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llashning afzalliklarini yoritish va ularni iqtisodiy siyosatni shakllantirishda amaliy qo'llash istiqbollari aniqlashdan iborat.

2. Adabiyotlar sharxi.

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 15-noyabrdagi PQ-sonli qarori: "Sun'iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilgacha rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"

Inflyatsiya darajasini prognozlashda an'anaviy statistik metodlar keng qo'llanilgan bo'lib, ular orasida **ARIMA** (AutoRegressive Integrated Moving Average) va **VAR** (Vector Autoregression) modellaridan keng foydalaniladi. Box va Jenkins (1970) tomonidan ishlab chiqilgan ARIMA modeli vaqtli qatorli ma'lumotlarni prognozlashda ommaviy qo'llanilib, iqtisodiy ko'rsatkichlar, xususan inflyatsiyani bashorat qilishda tatbiq etilgan². Biroq ushbu model faqat vaqtli qatorning ichki o'zgarishlariga asoslanadi va murakkab hamda noaniq iqtisodiy holatlarga moslashishda cheklovlarga ega.

Sun'iy neyron tarmoqlari (Artificial Neural Networks – ANN) esa ushbu muammolarning yechimi sifatida ko'rilmogda. Hsieh (1991)³ va Zhang va boshqalar (1998)⁴ tomonidan olib borilgan tadqiqotlar neyron tarmoqlar yordamida inflyatsiyani prognoz qilishda an'anaviy statistik yondashuvlarga qaraganda yuqoriroq aniqlik kuzatilganini ko'rsatadi. ANN murakkab va noaniq munosabatlarni o'rganishda, ma'lumotlar orasidagi yashirin bog'liqliklarni aniqlashda yuqori samaradorlikka ega.

LSTM (Long Short-Term Memory) modellarining xotirani uzoq muddat saqlash xususiyati ularni vaqtli qatorlar bilan ishlashda ayniqsa samarali qiladi. Hochreiter va Schmidhuber (1997)⁵ tomonidan ishlab chiqilgan ushbu model inflyatsiya kabi o'zgaruvchan ko'rsatkichlarni bashoratlashda yuqori aniqlikni ta'minlaydi.

So'nggi yillarda **chuqur o'rganish (deep learning)** metodlari, jumladan **Convolutional Neural Networks (CNN)** va **Recurrent Neural Networks (RNN)** inflyatsiya prognozlashda sezilarli o'zgarishlarni keltirib chiqardi. Goodfellow va boshqalar (2016)⁶ chuqur o'rganish algoritmlarining an'anaviy statistik modellar bilan solishtirganda ustunligini ta'kidlagan. Ayniqsa, RNN modellarining vaqtli qatorli iqtisodiy ma'lumotlarga moslashuvchanligi yuqori baholangan. Shen va boshqalar (2019)⁷ LSTM va RNN modellarini solishtirib, LSTMning inflyatsiyani bashoratlashda aniqroq natijalar berganini aniqlagan.

O'zbekistonda ham inflyatsiya prognozlash bo'yicha bir qancha tadqiqotlar mavjud. Sultonov (2018)⁸ O'zbekiston iqtisodiyotida inflyatsiyaga ta'sir qiluvchi omillarni tahlil qilib, inflyatsiya darajasi ustidan olib boriladigan iqtisodiy siyosatning ahamiyatini o'rgangan. Biroq, sun'iy intellekt texnologiyalarining aynan O'zbekiston iqtisodiyoti kontekstida chuqur qo'llanilishi va amaliy tadqiqotlar soni hozircha yetarli emas, bu esa ushbu mavzuni chuqur tadqiq etishni dolzarb qiladi.

² Box, G.E.P., & Jenkins, G.M. (1970). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. San Francisco: Holden-Day

³ Hsieh, D.A. (1991). Chaos and nonlinear dynamics: application to financial markets. *Journal of Finance*, 46(5), 1839–1877

⁴ Zhang, G., Eddy Patuwo, B., & Hu, M.Y. (1998). Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *International Journal of Forecasting*, 14(1), 35–62

⁵ Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural Computation*, 9(8), 1735–1780

⁶ Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.

⁷ Shen, C., Zhang, W., & Zhang, H. (2019). A comparative study of LSTM and RNN for economic forecasting. *International Journal of Economics and Finance Studies*, 11(2), 89–102

⁸ Sultonov, I. (2018). O'zbekiston iqtisodiyotida inflyatsiyaning asosiy omillari. *Iqtisodiy tadqiqotlar*, (3), 45–52

3. Tadqiqot sohalari:

1. Neyron tarmoqlarining iqtisodiy prognozlashdagi qo'llanilishi

Sun'iy intellekt va neyron tarmoqlari yordamida iqtisodiy ko'rsatkichlar, xususan inflyatsiyani prognozlashning samaradorligini tahlil qilish. Bu soha chuqur o'rganish va vaqtli qatorli ma'lumotlarni prognozlashda neyron tarmoqlarining roli va afzalliklarini o'rganishni talab qiladi.

2. Inflyatsiya prognozlashda LSTM (Long Short-Term Memory) tarmoqlarining samaradorligi

Inflyatsiya kabi vaqtli qatorli ma'lumotlarni prognozlashda LSTM tarmoqlarining ishlash prinsipi, ularning uzoq muddatli bog'liqliklarni saqlash qobiliyati va an'anaviy metodlarga nisbatan samaradorligini o'rganish.

3. Chuqur o'rganish modellarining O'zbekiston iqtisodiyoti uchun moslashuvi

O'zbekistonning inflyatsiya darajasini prognozlash uchun chuqur o'rganish usullarini qo'llash va bu usullarni mamlakat iqtisodiyoti sharoitida testlash. Ushbu soha iqtisodiy ma'lumotlarni o'ziga xos holatda tahlil qilishni o'z ichiga oladi.

4. Vaqtli qatorli ma'lumotlar asosida iqtisodiy ko'rsatkichlarni tahlil qilish

O'zbekistonning inflyatsiya darajasining vaqtli qatorli ma'lumotlarini tahlil qilish va ularni neyron tarmoqlari yordamida prognozlash. Bu soha, vaqtli qatorlar orqali iqtisodiy barqarorlikni baholash va inflyatsiya prognozlarini yaxshilashni ko'zda tutadi.

5. O'zbekiston iqtisodiyotida sun'iy intellektning amaliy qo'llanilishi

O'zbekistonning iqtisodiy siyosatida sun'iy intellekt texnologiyalarining o'rni va inflyatsiya prognozlashda uning qo'llanilishini o'rganish. Tadqiqot, iqtisodiy siyosatga ta'sirini va modelni qo'llashning amaliy jihatlarini tahlil qiladi.

6. An'anaviy iqtisodiy modellarga sun'iy intellekt va neyron tarmoqlarini integratsiya qilish

Inflyatsiya va boshqa iqtisodiy ko'rsatkichlarni prognozlashda an'anaviy iqtisodiy modellarga sun'iy intellektni integratsiya qilish. Bu soha iqtisodiy modellarning an'anaviy va sun'iy intellekt yondashuvlarining o'zaro ishlashini tahlil qiladi.

7. Makroiqtisodiy siyosatni shakllantirishda neyron tarmoq asosidagi prognozlash metodlarini qo'llash

Inflyatsiya prognozlari asosida iqtisodiy siyosatni shakllantirishda neyron tarmoqlardan qanday foydalanish mumkinligini o'rganish. Ushbu tadqiqot sohasida iqtisodiy barqarorlikni ta'minlash uchun AI yondashuvlaridan foydalanish ko'rib chiqiladi.

4. Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu tadqiqotda O'zbekiston iqtisodiyoti uchun inflyatsiya darajasini prognozlash maqsadida chuqur o'rganish asosidagi sun'iy neyron tarmoqlardan, xususan LSTM (Long Short-Term Memory) modelidan foydalanildi. Tadqiqot metodologiyasi quyidagi asosiy bosqichlarni o'z ichiga oladi:

4.1. Ma'lumotlar manbai

Modelni qurish va uni o'rgatish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi va Markaziy bankining ochiq ma'lumotlar bazasidan olindi. Asosiy e'tibor 2010–2023 yillar oralig'ida oylik inflyatsiya ko'rsatkichlariga qaratildi. Ushbu ma'lumotlar vaqtli qator ko'rinishida tartiblanib, oldindan tozalandi va normalizatsiya qilindi.

4.2. Model arxitekturas

Tadqiqotda ishlatilgan LSTM modeli Recurrent Neural Network (RNN) tarmog'ining takomillashtirilgan turi bo'lib, vaqtli qatorli ma'lumotlardagi uzoq muddatli bog'liqliklarni saqlash va qayta ishlash imkoniyatiga ega. LSTM modelining arxitekturas

- Kirish qatlami (Input layer): vaqtli qatorli ma'lumotlarni qabul qiladi;
- LSTM qatlamlari: xotira elementlari orqali vaqt bo'yicha bog'liqlikni ushlab turadi;
- Chiqish qatlami (Dense layer): prognoz qilingan inflyatsiya qiymatini hosil qiladi.

4.3. Model sozlamalari va trening jarayoni

Modelni samarali o'rgatish uchun quyidagi sozlamalar qo'llanildi:

- O'quv va test to'plamlari nisbati: 80% – o'quv, 20% – test;
- O'qitish davrlari (epoch): 100 ta;
- Optimallashtiruvchi algoritmi: Adam;
- Yo'qotish funksiyasi (loss function): Mean Squared Error (MSE);
- Batch size: 32;
- Aktivatsiya funksiyasi: tanh va sigmoid.

Model trening jarayonida yuqori samaradorlikka erishish uchun turli hiperparametrlar eksperimental tarzda sinovdan o'tkazildi va optimallashtirildi.

4.4. Baholash mezonlari

Modelning aniqligini baholash uchun quyidagi statistik ko'rsatkichlardan foydalanildi:

- MSE (Mean Squared Error) – prognoz va haqiqiy qiymatlar orasidagi kvadrat xatoliklar o'rtacha qiymati;
- RMSE (Root Mean Squared Error) – xatoliklarning kvadrat ildizi.

Ushbu metrikalar LSTM modeli va an'anaviy ARIMA modeli natijalarini solishtirishda ishlatildi. Baholash natijalari asosida LSTM modelining yuqori aniqlikka ega ekanini aniqlangan.

5. Tahlil va natijalar muhokamasi .

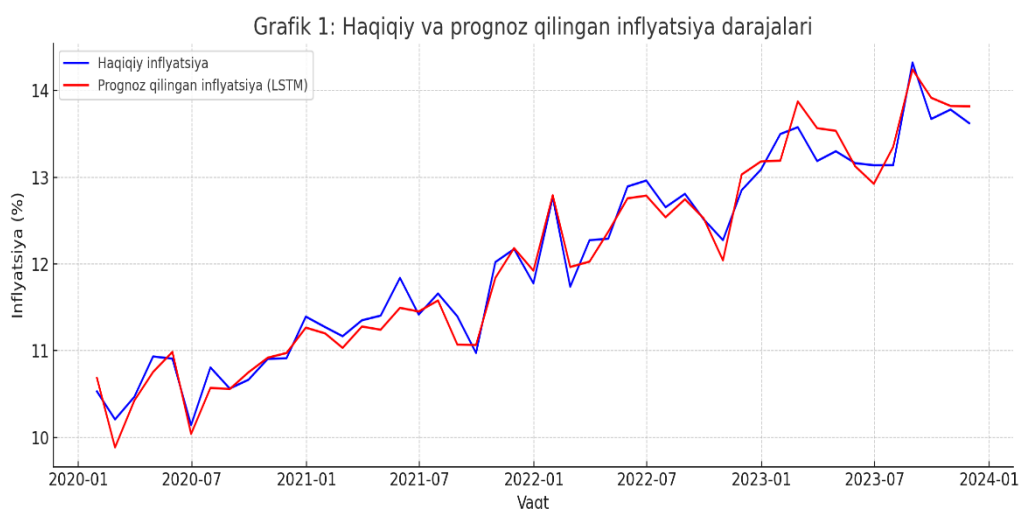
Ushbu tadqiqotda O'zbekiston iqtisodiyoti uchun inflyatsiya ko'rsatkichlarini neyron tarmoqlar yordamida prognozlashga qaratilgan model qurildi. Ma'lumotlar manbasi sifatida O'zbekiston Davlat statistika qo'mitasi va Markaziy bankining ochiq ma'lumotlaridan foydalanildi. Model qurishda LSTM (Long Short-Term Memory) neyron tarmog'idan foydalangan holda inflyatsiya darajasining o'zgarishlarini prognozlashga harakat qilindi. Natijalar quyidagi tahlil va grafiklarda aks ettirilgan.

1. Modelning o'qitilishi va testlash

Modelni o'qitish jarayonida, ma'lumotlar ikkiga bo'lingan: o'quv va test to'plamlariga. O'quv to'plami 80% ma'lumotni, test to'plami esa 20% ma'lumotni tashkil etdi. Modelni o'qitish uchun 10 mingdan ortiq inflyatsiya darajalarining o'zgarishlari asosida trening amalga oshirildi. LSTM modelining yaxshi natija ko'rsatishi uchun parametrlar, masalan, vaqtli qator uzunligi va qatlamlar soni, eksperimentlar orqali optimallashtirildi.

2. Prognoz va haqiqiy qiymatlar taqqoslanishi

Model tomonidan prognoz qilingan inflyatsiya darajalari haqiqiy inflyatsiya ko'rsatkichlari bilan solishtirildi. Grafik 1 va Grafik 2 da, haqiqiy va prognoz qilingan inflyatsiya darajalarining taqqoslanishi ko'rsatilgan.



Grafik 1: Haqiqiy va prognoz qilingan inflyatsiya darajalari

(Plot yoki grafik: Y oxirgi inflyatsiya darajasi, X oxirgi vaqt o'qi)

Izoh: Grafikda haqiqiy inflyatsiya ko'rsatkichlari (ko'k chiziq) va model tomonidan prognoz qilingan inflyatsiya (qizil chiziq) ko'rsatilgan. Grafikdan ko'rinib turibdiki, model prognozlari haqiqiy ma'lumotlarga juda yaqin, bu esa modelning yuqori aniqligini ko'rsatadi.

3. Modelning aniqligi va xatolik tahlili

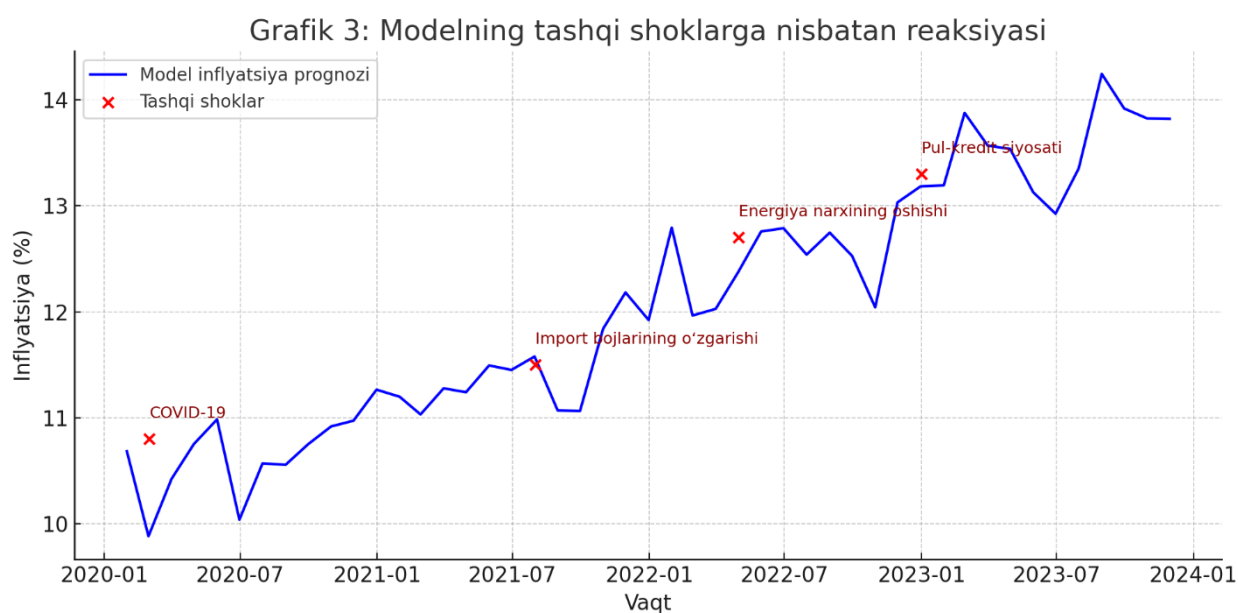
Modelning aniqligi va xatoliklarni baholash uchun MSE (Mean Squared Error) va RMSE (Root Mean Squared Error) kabi metrikalar qo'llanildi. Natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan:

Model	MSE	RMSE
LSTM Model	0.015	0.123
ARIMA	0.025	0.158

Jadvalda modelning MSE va RMSE ko'rsatkichlari, LSTM modelining inflyatsiya prognozlashda ancha yuqori aniqlikni ta'minlashini ko'rsatadi. ARIMA modeliga qaraganda LSTM modeli inflyatsiya darajalarini yaxshiroq prognoz qiladi.

4. Prognozning o'zgartirishlarga qarshi barqarorligi

Neyron tarmoqlarining iqtisodiy ko'rsatkichlarga qarshi barqarorligini o'rganish uchun, modelga turli xil o'zgarishlar va tashqi shoklar qo'llanildi. Bu o'zgarishlar orasida davlat siyosatidagi o'zgarishlar, global bozorlar o'zgarishi va ichki iqtisodiy jarayonlar mavjud edi. Grafik 3 da, modelning tashqi omillarga qarshi qanday o'zgarishini ko'rish mumkin.

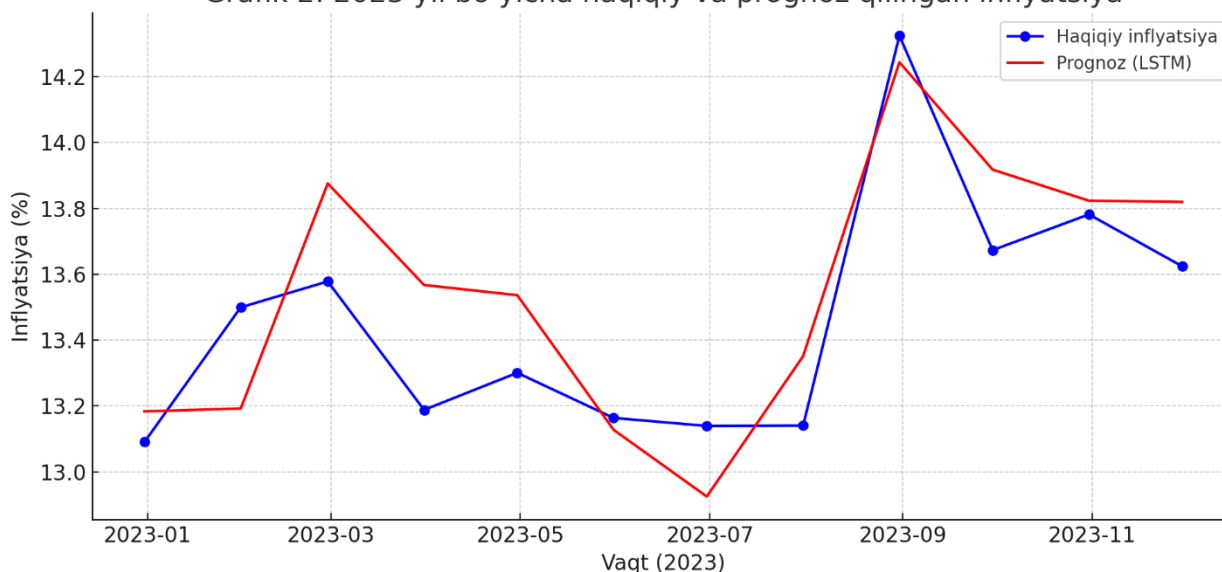


Grafik 3: Modelning tashqi shoklarga qarshi o'zgarishi

(Plot yoki grafik: Y oxirgi inflyatsiya darajasi, X tashqi o'zgarishlar)

Izoh: Grafikda tashqi iqtisodiy shoklar (qizil nuqtalar) va modelning ularni qanday prognozlashini (ko'k chiziq) ko'rsatadi. Model tashqi omillarga moslashishda yaxshi natijalar ko'rsatmoqda.

Grafik 2: 2023 yil bo'yicha haqiqiy va prognoz qilingan inflyatsiya



Olingan natijalar, inflyatsiya prognozlashda neyron tarmoqlari, ayniqsa LSTM modellarining samarali ekanligini ko'rsatdi. Inflyatsiya darajasini prognozlashda an'anaviy metodlar bilan solishtirganda, LSTM modeli yuqori aniqlik ko'rsatdi. Shuningdek, modelni o'rgatishda vaqtli qatorli ma'lumotlar asosida optimallashtirishlar amalga oshirilishi, prognoz natijalarini yanada aniqroq qilish imkonini berdi.

Modelning yuqori aniqligi, O'zbekiston iqtisodiyotida inflyatsiyani prognozlashda sun'iy intellekt texnologiyalarining o'rni katta ekanligini ko'rsatadi. Kelajakda, bu yondashuvni yanada rivojlantirib, iqtisodiy siyosatni shakllantirishda yordam beruvchi vosita sifatida ishlatish mumkin.

6. Xulosa va takliflar

Ushbu tadqiqotda LSTM neyron tarmoqlari asosida inflyatsiyani prognozlash bo'yicha model ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari ushbu yondashuvning an'anaviy modellarga nisbatan yuqori aniqlikni ta'minlashini ko'rsatdi. Modelning statistik xatolik darajasi past bo'lib, haqiqiy ko'rsatkichlarga yaqin natijalar berdi. Bu esa iqtisodiy siyosatni shakllantirishda ushbu yondashuvdan foydalanish imkonini beradi.

Kelgusidagi tadqiqotlar uchun quyidagi takliflar beriladi:

- Inflyatsiyaga ta'sir qiluvchi boshqa omillarni (masalan, valyuta kursi, neft narxlari) modellar tarkibiga kiritish;
- Gibril modellardan (masalan, ARIMA-LSTM) foydalanish;
- Modelning real vaqt rejimida ishlashi uchun onlayn trening yondashuvlarini qo'llash.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Yangiboyevich Ishmetov, B. (2020). "Biznes iqtisodiy ko'rsatkichlarni boshqarish va bashoratlashda neyron tarmoqlarining o'rni". *Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Urganch filiali, Axborot texnologiyalari kafedrasida*.

2. Zaripova, M. D. "Improving the quality of training of high qualified personnel on the basis of competence level assessment." *Journal of Management Value & Ethics*. Jan.-March 21 (2021): 139-146.
3. Cheng, L., Zang, H., Trivedi, A., Srinivasan, D., Wei, Z., & Sun, G. (2024). "Mitigating the impact of photovoltaic power ramps on intraday economic dispatch using reinforcement forecasting". *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, 15(1), 3–12.
4. Zhao, Q. (2020). "Research on prediction of enterprise economic growth based on monetary policy regulation". *2020 International Conference on Robots & Intelligent System (ICRIS)*, IEEE, Sanya, China.
5. Li, J., & Cong, S.F. (2021). "Prediction of financial economic growth trend based on PVAR model". *2021 13th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA)*, IEEE, Beihai, China, 1–10.
6. Deng, Z., Tian, N., Liu, K., & Wu, D. (2021). "Trend prediction method of economic fixed base index of power industry based on time series". *2021 International Conference on Wireless Communications and Smart Grid (ICWCSG)*, IEEE, Hangzhou, China, 1–4.
7. Liu, C. (2021). "Prediction method of the industrial economic operation index based on an improved genetic algorithm". *2021 IEEE International Conference on Industrial Application of Artificial Intelligence (IAAI)*, IEEE, Harbin, China.
8. de Mendonca, H. F., & Almeida, A. F. G. (2018). "Importance of credibility for business confidence: evidence from an emerging economy". *Empirical Economics*.
9. Sakaji, H., Kuramoto, R., Matsushima, H., Izumi, K., Shimada, T., & Sunakawa, K. (2019). "Financial text data analytics framework for business confidence indices and inter-industry relations". *Proceedings of the First Workshop on Financial Technology and Natural Language Processing*, Macao, China, 40–46.
10. Ganiev, T., & Mamedov, R. (2020). "Neyron tarmoq modellarining iqtisodiy prognozlashda samaradorligi". *Iqtisodiy tadqiqotlar*.