

NEYRON TARMOQLAR ASOSIDA IQTISODIY BASHORATLASHNING KONSEPTUAL MODEL VA ILMIY PARADIGMASI

Jo'rayev Olim Albayevich

Termiz davlat universiteti

Kompyuter va dasturiy injiniring kafedrasi mudiri

olimjurayev9800@gmail.com

Egamberdiyev Arslonbek Jo'rabek o'g'li

Termiz davlat universiteti

60610300 - Kompyuter injiniringi yo'nalishi talabasi

egamberdiyevarslonbek35@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada neyron tarmoqlar asosida iqtisodiy bashoratlashning konseptual modeli hamda uning ilmiy paradigmasi tahlil qilingan. Iqtisodiy tizimlarning murakkablashuvi va nolinear xususiyatlari sharoitida an'anaviy prognozlash usullarining cheklovlari ko'rib chiqilib, sun'iy neyron tarmoqlarning afzalliklari yoritilgan. Tadqiqotda iqtisodiy bashoratlashning konseptual modeli, uning tarkibiy elementlari, LSTM kabi zamonaviy neyron tarmoq arxitekturalari hamda ma'lumotlarga asoslangan adaptiv yondashuvlarning ilmiy asoslari tahlil qilindi. Natijalar neyron tarmoqlarning iqtisodiy jarayonlarni modellashtirish va yuqori aniqlikdagi prognozlarni shakllantirishdagi muhim ahamiyatini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: neyron tarmoqlar, iqtisodiy bashoratlash, konseptual model, ilmiy paradigma, sun'iy intellekt, LSTM, iqtisodiy modellashtirish, vaqt qatorlari, nolinear tizimlar, adaptiv tizimlar.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ И НАУЧНАЯ ПАРАДИГМА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация: В данной статье анализируются концептуальная модель и научная парадигма экономического прогнозирования на основе нейронных сетей. Рассмотрены ограничения традиционных методов прогнозирования в условиях усложнения и нелинейности экономических систем, а также преимущества искусственных нейронных сетей. Исследованы основные элементы концептуальной модели прогнозирования, современные архитектуры нейронных сетей, включая LSTM, и научные основы адаптивного подхода, основанного на данных. Результаты исследования показывают значимость нейронных сетей для моделирования экономических процессов и формирования высокоточных прогнозов.

Ключевые слова: нейронные сети, экономическое прогнозирование,

концептуальная модель, научная парадигма, искусственный интеллект, LSTM, экономическое моделирование, временные ряды, нелинейные системы, адаптивные системы.

CONCEPTUAL MODEL AND SCIENTIFIC PARADIGM OF ECONOMIC FORECASTING BASED ON NEURAL NETWORKS

Abstract: This article analyzes the conceptual model and scientific paradigm of economic forecasting based on neural networks. The limitations of traditional forecasting methods under conditions of increasing complexity and nonlinearity of economic systems are examined, and the advantages of artificial neural networks are highlighted. The study explores the key components of the conceptual forecasting model, modern neural network architectures such as LSTM, and the scientific foundations of data-driven adaptive approaches. The results demonstrate the importance of neural networks in modeling economic processes and generating highly accurate forecasts.

Keywords: neural networks, economic forecasting, conceptual model, scientific paradigm, artificial intelligence, LSTM, economic modeling, time series, nonlinear systems, adaptive systems.

Kirish: Zamonaviy raqamli iqtisodiyot sharoitida iqtisodiy jarayonlarning murakkablashuvi, ko'p omilliligi hamda nolinear xususiyat kasb etishi ularni an'anaviy statistik usullar yordamida prognozlash samaradorligini cheklab qo'ymoqda. Ayniqsa inflyatsiya darajasi, yalpi ichki mahsulot o'sishi, valyuta kursi, kredit riski va investitsion faollik kabi makroiqtisodiy ko'rsatkichlar ko'plab ichki va tashqi omillar ta'sirida shakllanadi. Ushbu omillar o'rtasidagi bog'liqliklar ko'pincha chiziqli emas, vaqt bo'yicha o'zgaruvchan va murakkab tizimli xarakterga ega.

Shu sababli iqtisodiy jarayonlarni prognozlashda sun'iy neyron tarmoqlar asosidagi yondashuv alohida ilmiy ahamiyat kasb etmoqda. Neyron tarmoqlar iqtisodiy ma'lumotlar tarkibidagi yashirin naqshlarni aniqlash, nolinear bog'liqliklarni o'rganish va yuqori aniqlikdagi bashorat natijalarini shakllantirish imkonini beradi. Mazkur bo'limda neyron tarmoqlar asosida iqtisodiy bashoratlashning konseptual modeli hamda uning ilmiy paradigmasi nazariy va metodologik jihatdan yoritiladi.

Adabiyotlar tahlili: Ilmiy paradigma tushunchasi fan falsafasiga Thomas Kuhn tomonidan kiritilgan bo'lib, u ma'lum bir davrda ilmiy hamjamiyat tomonidan qabul qilingan nazariy qarashlar, metodlar va tadqiqot me'yorlari majmuini anglatadi¹. Paradigma ilmiy izlanishlar qanday metodologik asosda olib borilishini, qanday savollar qo'yilishini va qanday yechimlar maqbul deb hisoblanishini belgilaydi.

¹ Kuhn T. The Structure of Scientific Revolutions. 1962.

Iqtisodiyot fanida dastlab klassik paradigma ustun bo'lgan bo'lib, unda iqtisodiy jarayonlar asosan chiziqli bog'liqliklar orqali tushuntirilgan. Keyinchalik ekonometrik yondashuv shakllanib, regressiya modellari va vaqt qatori tahlili asosiy vositaga aylandi. Biroq zamonaviy iqtisodiyotda ma'lumotlar hajmining keskin ortishi, bozorlarning globallashuvi va iqtisodiy tizimlarning murakkablashuvi yangi ilmiy paradigmaga ehtiyoj tug'dirdi.

Sun'iy intellekt va neyron tarmoqlar paradigmasi iqtisodiy tizimlarni murakkab, adaptiv va nolinear tizim sifatida talqin qiladi. Ushbu paradigma doirasida iqtisodiy jarayonlar qat'iy formulalar asosida emas, balki ma'lumotlardan o'rganish asosida modellashtiriladi. Bu esa iqtisodiy bashoratlashning metodologik asoslarini tubdan o'zgartiradi.

Sun'iy neyron tarmoqlar nazariyasi ilk bor Warren McCulloch va Walter Pitts tomonidan 1943-yilda taklif etilgan matematik neyron modeli bilan boshlangan². Ular biologik neyron faoliyatini matematik formulalar yordamida ifodalash mumkinligini ko'rsatib berdilar.

Keyinchalik Frank Rosenblatt tomonidan perseptron modeli ishlab chiqildi va bu sun'iy intellekt sohasining rivojlanishiga turtki berdi. Zamonaviy chuqur o'rganish modellarining paydo bo'lishi esa neyron tarmoqlarni iqtisodiy bashoratlashda keng qo'llash imkonini yaratdi.

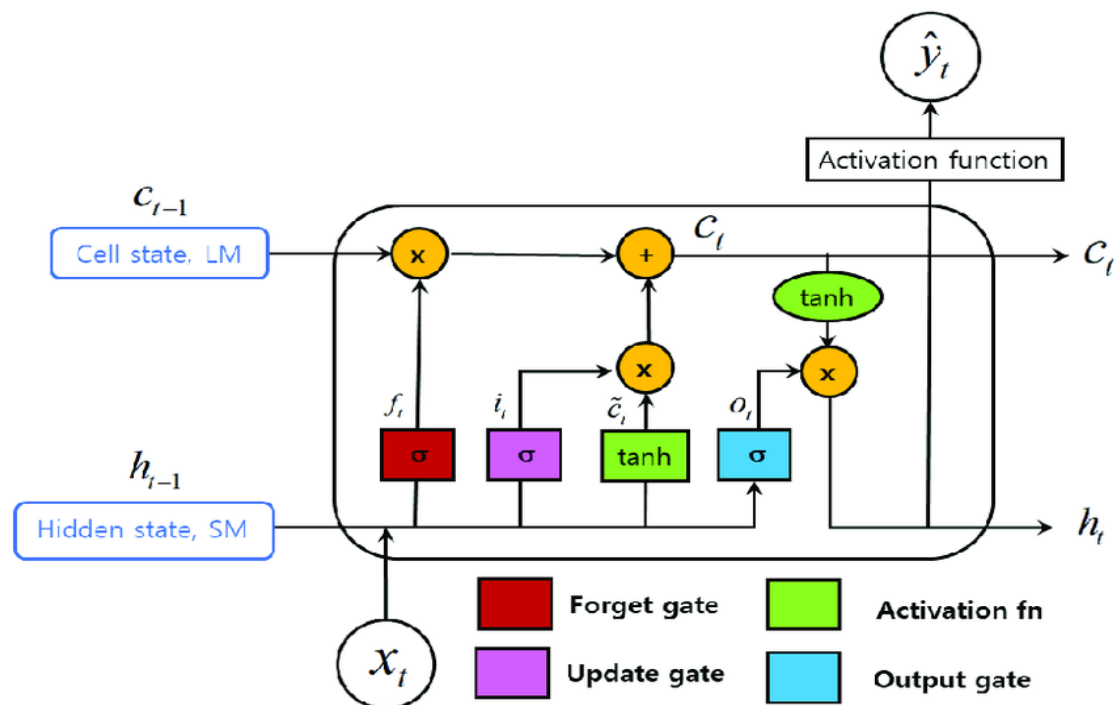
Neyronning umumiy matematik ifodasi quyidagicha tasvirlanadi:

$$y = f(\sum_{i=1}^n w_i x_i + b) \quad (1.1)$$

bu yerda kirish signallari (x_i), og'irlik koeffitsiyentlari (w_i), siljitish parametri (b) hamda aktivatsiya funksiyasi (f) modelning asosiy elementlari hisoblanadi. Mazkur tuzilma iqtisodiy omillar o'rtasidagi murakkab bog'liqliklarni aniqlash imkonini beradi.

Iqtisodiy ko'rsatkichlar odatda vaqt bo'yicha ketma-ketlik (time series) shaklida beriladi. Bunday ma'lumotlarni prognozlash uchun takroriy neyron tarmoqlar (RNN) va ayniqsa LSTM modeli samarali hisoblanadi. LSTM modeli Sepp Hochreiter va Jürgen Schmidhuber tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, uzoq muddatli bog'liqliklarni saqlash qobiliyatiga ega.

² McCulloch W., Pitts W. A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity. 1943



1.10-rasm.LSTM (Long Short-Term Memory) neyron tarmog'ining ichki tuzilmasi va ishlash mexanizmi³.

LSTM modeli iqtisodiy ko'rsatkichlarning o'tgan davr qiymatlarini saqlab qolish va uzoq muddatli trendlarni aniqlash imkonini beradi. Masalan, inflyatsiya darajasi ko'pincha oldingi davrlardagi pul-kredit siyosati natijalariga bog'liq bo'ladi. Oddiy regressiya modeli bunday uzoq muddatli ta'sirni to'liq aks ettira olmaydi, LSTM esa buni samarali o'rganadi.

Neyron tarmoqlar asosida iqtisodiy bashoratlashning **konseptual modeli** — bu prognozlash jarayonining mantiqiy va strukturaviy tasviri hisoblanadi. Mazkur model quyidagi asosiy bosqichlarni o'z ichiga oladi:

1. Ma'lumotlarni yig'ish (makroiqtisodiy va mikroiqtisodiy ko'rsatkichlar);
2. Ma'lumotlarni oldindan qayta ishlash (tozalash, normalizatsiya, transformatsiya);
3. Model arxitekturasini tanlash;
4. O'qitish va validatsiya;
5. Bashorat natijalarini shakllantirish va baholash.

Konseptual model iqtisodiy tizimni kirish ma'lumotlari, yashirin qatlamlar va chiqish natijalari o'rtasidagi funksional bog'liqlik sifatida talqin qiladi. Agar (Y_t) iqtisodiy ko'rsatkich bo'lsa, uning prognoz qiymati quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$Y_{t+1} = F(Y_t, Y_{t-1}, X_t, \theta) \quad (1.2)$$

bu yerda (X_t) tashqi omillarni, (θ) esa model parametrlarini anglatadi.

³ Olah, C. (2015). Understanding LSTM Networks. <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>

Faraz qilaylik, inflyatsiya darajasi pul massasi, foiz stavkasi, valyuta kursi va import hajmiga bog'liq. Mazkur omillar kirish o'zgaruvchilari sifatida neyron tarmoqqa uzatiladi. Model o'qitilgandan so'ng, kelgusi davr inflyatsiya ko'rsatkichi prognoz qilinadi.

Metodologiya: Neyron tarmoq paradigmasining nazariy asoslaridan biri — universal approksimatsiya teoremasi bo'lib, unga ko'ra ko'p qatlamli neyron tarmoq yetarli miqdordagi neyronlarga ega bo'lsa, har qanday uzluksiz funktsiyani yaqinlashtira oladi. Bu esa iqtisodiy tizimlarni modellashtirishda keng imkoniyat yaratadi.

Klassik ekonometrik modellar, masalan, ARIMA modeli asosan chiziqli bog'liqlikni hisobga oladi. Biroq iqtisodiy jarayonlar ko'pincha murakkab va ko'p omilli bo'lganligi sababli neyron tarmoqlar nolinear bog'liqliklarni aniqlashda ustunlikka ega.

Neyron tarmoqlar asosida iqtisodiy bashoratlashning konseptual modeli iqtisodiy tizimni murakkab, adaptiv va nolinear tizim sifatida ko'rib, uni sun'iy intellekt metodlari asosida modellashtirishni nazarda tutadi. Ilmiy paradigma esa iqtisodiy jarayonlarni statistik formulalar doirasida emas, balki ma'lumotlarga asoslangan o'z-o'zini o'rganuvchi algoritmlar yordamida tahlil qilishni anglatadi.

Zamonaviy sharoitda neyron tarmoq paradigmasi iqtisodiy prognozlashning istiqbolli va samarali metodologik yo'nalishi sifatida shakllanib bormoqda. Neyron tarmoqlar asosida iqtisodiy bashoratlashning konseptual modeli doirasida muhim metodologik jihatlaridan biri bu iqtisodiy tizimni ko'p darajali ierarxik tuzilma sifatida talqin qilish hisoblanadi. Mazkur yondashuvga ko'ra, iqtisodiy jarayonlar alohida elementlar yig'indisi sifatida emas, balki o'zaro bog'langan va dinamik rivojlanadigan yagona tizim sifatida qaraladi. Shu sababli, neyron tarmoqlar ushbu tizimning ichki strukturasini aks ettiruvchi matematik apparat sifatida xizmat qiladi.

Konseptual modelda iqtisodiy bashoratlash jarayoni uchta asosiy komponent asosida amalga oshiriladi: kirish ma'lumotlari, yashirin transformatsiya jarayoni va chiqish natijalari. Kirish ma'lumotlari sifatida makroiqtisodiy indikatorlar, moliyaviy ko'rsatkichlar hamda tashqi iqtisodiy omillar olinadi. Yashirin qatlamlar ushbu ma'lumotlar o'rtasidagi murakkab va ko'pincha yashirin bog'liqliklarni aniqlaydi. Chiqish qatlami esa prognoz natijasini shakllantiradi. Ushbu struktura iqtisodiy jarayonlarni funksional bog'liqlik orqali emas, balki transformatsion jarayon sifatida talqin qilish imkonini beradi.

Ilmiy paradigma nuqtai nazaridan qaralganda, neyron tarmoqlar asosidagi yondashuv iqtisodiy bashoratlashda deterministik yondashuvdan probabilistik va adaptiv yondashuvga o'tishni anglatadi. Klassik iqtisodiy modellar qat'iy formulalar asosida ishlasa, neyron tarmoqlar ma'lumotlardan o'rganish orqali o'z modelini

shakllantiradi. Bu esa iqtisodiy tizimni oldindan to'liq ifodalash imkonsiz bo'lgan murakkab tizim sifatida qarash zaruratini yuzaga keltiradi.

Mazkur paradigma doirasida iqtisodiy jarayonlar o'z-o'zini tashkil etuvchi tizim sifatida talqin qilinadi. Bu esa sinergetik yondashuv bilan uyg'unlashadi va iqtisodiy tizimlarning ichki qonuniyatlarini aniqlash imkonini beradi. Natijada, iqtisodiy bashoratlash jarayoni faqat statistik tahlil emas, balki murakkab tizimlarni o'rganish jarayoniga aylanadi.

Konseptual modelning muhim elementlaridan yana biri — bu modelning umumlashtirish qobiliyatidir. Neyron tarmoqlar o'quv ma'lumotlarida aniqlangan qonuniyatlarni yangi ma'lumotlarga ham qo'llay oladi. Bu esa prognozlashning amaliy ahamiyatini oshiradi. Shu bilan birga, modelni ortiqcha moslashuvdan (overfitting) himoya qilish uchun maxsus usullar qo'llaniladi.

Neyron tarmoqlar paradigmasi doirasida iqtisodiy bashoratlashda yana bir muhim tamoyil — bu ko'p omillilikni hisobga olishdir. Zamonaviy iqtisodiy tizimlarda ko'rsatkichlar yuzlab omillar ta'sirida shakllanadi. Neyron tarmoqlar ushbu omillarni bir vaqtning o'zida hisobga olish imkonini beradi, bu esa prognoz aniqligini oshiradi.

Quyida konseptual modelning asosiy elementlari umumlashtirilgan:

1.5-jadval

Neyron tarmoqlar asosida iqtisodiy bashoratlash konseptual modelning tarkibiy elementlari

Element	Tavsifi	Iqtisodiy mazmuni
Kirish ma'lumotlari	Makro va mikro ko'rsatkichlar	Inflyatsiya, GDP, valyuta kursi
Yashirin qatlamlar	Nolinear transformatsiya	Yashirin iqtisodiy bog'liqliklar
Chiqish natijasi	Prognoz qiymat	Kelajak iqtisodiy holati
Parametrlar	Model og'irliklari	Omillar ta'sir darajasi

Muhokama va natijalar: Konseptual modelni chuqurroq tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, neyron tarmoqlar iqtisodiy jarayonlarni fazoviy-vaqtli tizim sifatida modellashtirish imkonini beradi. Bu esa iqtisodiy bashoratlashni yangi bosqichga olib chiqadi. Ayniqsa, global iqtisodiy integratsiya sharoitida turli mamlakatlar iqtisodiy ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liqliklarni aniqlashda ushbu model muhim ahamiyatga ega.

Ilmiy paradigma sifatida neyron tarmoqlar iqtisodiy tadqiqotlarning metodologiyasini ham o'zgartiradi. Endilikda iqtisodiy jarayonlar faqat nazariy modellar orqali emas, balki katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish orqali o'rganilmoqda. Bu esa iqtisodiy tadqiqotlarning empirik asosini mustahkamlaydi⁴.

⁴ Bishop C. Pattern Recognition, 2006

Shuningdek, neyron tarmoqlar asosida qurilgan konseptual model iqtisodiy qaror qabul qilish jarayonini ham takomillashtiradi. Prognoz natijalari asosida davlat siyosati, investitsiya strategiyalari va moliyaviy rejalashtirish samaradorligi oshadi.

Xulosa: Mazkur tadqiqotda neyron tarmoqlar asosida iqtisodiy bashoratlashning konseptual modeli va ilmiy paradigmasi tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, zamonaviy iqtisodiy tizimlarning murakkabligi va nolinear xususiyatlari an'anaviy prognozlash usullarining imkoniyatlarini cheklaydi. Sun'iy neyron tarmoqlar esa ma'lumotlar tarkibidagi yashirin bog'liqliklarni aniqlash, ko'p omilli jarayonlarni modellashtirish va yuqori aniqlikdagi prognozlarni shakllantirish imkonini beradi.

Shuningdek, neyron tarmoqlar paradigmasi iqtisodiy jarayonlarni ma'lumotlarga asoslangan adaptiv tizim sifatida talqin qilishga xizmat qilishi aniqlandi. Konseptual modelning qo'llanilishi iqtisodiy bashoratlash samaradorligini oshirish, boshqaruv qarorlarini ilmiy asoslash hamda iqtisodiy rivojlanish istiqbollarini aniqroq baholash imkonini yaratadi.

Umuman olganda, neyron tarmoqlar asosida iqtisodiy bashoratlash zamonaviy raqamli iqtisodiyot sharoitida istiqbolli ilmiy va amaliy yo'nalish bo'lib, iqtisodiy tahlil va prognozlash metodologiyasining keyingi rivojlanishida muhim o'rin tutadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Kuhn T.S. The Structure of Scientific Revolutions. – 4th ed. – Chicago: University of Chicago Press, 2012.
2. McCulloch W.S., Pitts W. A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity // Bulletin of Mathematical Biophysics. – 1943. – Vol. 5. – P. 115–133.
3. Rosenblatt F. The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain // Psychological Review. – 1958. – Vol. 65. – No. 6. – P. 386–408.
4. Hebb D.O. The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory. – New York: Wiley, 1949.
5. Rumelhart D.E., Hinton G.E., Williams R.J. Learning Representations by Back-Propagating Errors // Nature. – 1986. – Vol. 323. – P. 533–536.
6. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long Short-Term Memory // Neural Computation. – 1997. – Vol. 9. – No. 8. – P. 1735–1780.
7. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines. – 3rd ed. – New Jersey: Pearson Education, 2009.
8. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – Cambridge: MIT Press, 2016.
9. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep Learning // Nature. – 2015. – Vol. 521. – P. 436–444.

10. Hamilton J.D. Time Series Analysis. – Princeton: Princeton University Press, 1994.
11. Box G.E.P., Jenkins G.M., Reinsel G.C., Ljung G.M. Time Series Analysis: Forecasting and Control. – 5th ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2015.
12. Sims C.A. Macroeconomics and Reality // *Econometrica*. – 1980. – Vol. 48. – No. 1. – P. 1–48.
13. Hyndman R.J., Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice. – 3rd ed. – Melbourne: OTexts, 2021.
14. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., et al. Attention Is All You Need // *Advances in Neural Information Processing Systems*. – 2017. – Vol. 30.
15. Oreshkin B.N., Carpov D., Chapados N., Bengio Y. N-BEATS: Neural Basis Expansion Analysis for Interpretable Time Series Forecasting // *ICLR*. – 2020.
16. Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence. AI Index Report 2024. – Stanford University, 2024.
17. McKinsey & Company. The State of AI in 2024. – McKinsey Global Institute, 2024.
18. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi PQ–4996-son “Sun’iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori.
19. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 14-oktabrdagi PQ–358-son “Sun’iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilgacha rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi Qarori.
20. Bekmurodov U., Absalamova D., Absalamova G. Artificial Intelligence Models in Economic Forecasting: Evidence from Uzbekistan // *Digital Economy Research Journal*. – 2023.