

---

---

## BIOLOGIK VA SUN'IY NEYRON TARMOQLARNING O'RGANISH MEXANIZMLARI: QIYOSIY TAHLIL

Axmatqulov Shahzodjon Fayzullo o'g'li

Qarshi davlat universiteti 2-bosqich talabasi

e-mail: shahzodahmadqulov005@gmail.com

Tel.:+998881070636

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada biologik va sun'iy neyron tarmoqlarning o'rganish mexanizmlari qiyosiy tahlil qilinadi. Tadqiqot maqsadi — inson miyasining sinaptik o'zgarish jarayonlari bilan neyron tarmoqlarning o'qitish algoritmlari (backpropagation, gradient descent) o'rtasidagi o'xshashliklar va farqlarni ilmiy asosda ko'rsatishdir. Tahlil natijasida aniqlandi: ikkala tizim ham xato orqali o'rganish tamoyiliga asoslanadi, ammo inson miyasi kam ma'lumot asosida moslasha oladi, sun'iy tarmoqlar esa katta hajmdagi ma'lumotni talab qiladi. Maqolada shuningdek AI ning tibbiyot, tilshunoslik va transportda qo'llanilish natijalari ko'rib chiqiladi.

**Аннотация.** В данной статье проводится сравнительный анализ механизмов обучения биологических и искусственных нейронных сетей. Цель исследования — научно обосновать сходства и различия между синаптической пластичностью мозга и алгоритмами обратного распространения ошибки. Установлено, что обе системы основаны на принципе обучения на ошибках, однако мозг обладает значительно большей гибкостью при малом объёме данных. В статье также рассматриваются результаты применения ИИ в медицине, языкознании и на транспорте.

**Annotation.** This article presents a comparative analysis of the learning mechanisms of biological and artificial neural networks. The aim is to scientifically demonstrate the similarities and differences between the brain's synaptic plasticity processes and artificial training algorithms (backpropagation, gradient descent). The study found that both systems rely on error-based learning, yet the human brain adapts with minimal data while artificial networks require large datasets. Practical applications of AI in medicine, linguistics, and transport are also reviewed.

**Kalit so'zlar:** Neyron tarmoq, biologik neyron, sinaps, neyral plastiklik, backpropagation, gradient descent, o'qitish algoritmi, chuqur o'rganish, sun'iy intellekt, qiyosiy tahlil.

## 1. Kirish

Sun'iy intellekt (AI) sohasida neyron tarmoqlar o'tgan o'n yil ichida eng tez rivojlanayotgan yo'nalishga aylandi. 2023-yilda global AI bozori 150 milliard dollarga yetdi va neyron tarmoqlarga asoslangan tizimlar bu o'sishning asosiy dvigatelidir [1]. Biroq ko'pchilik uchun savol ochiq qoladi: neyron tarmoq qanday qilib o'rganadi va bu jarayon inson miyasining o'rganish jarayoni bilan qanchalik o'xshash?

Mazkur maqolaning dolzarbligi shundan iboratki, inson miyasi va sun'iy neyron tarmoqlar o'rtasidagi o'xshashliklar va farqlarni tushunish AI tizimlarini yanada samarali loyihalash uchun muhim asos yaratadi. Biologik ilhom asosidagi algoritmlar (neuromorphic computing, Hebbian learning) hozirgi kunda energiya tejash va kam ma'lumotda o'rganish (few-shot learning) muammolarini hal qilishga qaratilmoqda [2].

Maqolaning maqsadi — biologik va sun'iy neyron tarmoqlarning o'rganish mexanizmlarini qiyosiy tahlil qilish, asosiy o'xshashliklar va farqlarni ilmiy asosda ko'rsatish.

Maqolaning vazifalari: (1) biologik neyronning tuzilishi va sinaptik plastiklik mexanizmini tavsiflash; (2) sun'iy neyron tarmoqning matematik modelini ko'rib chiqish; (3) backpropagation va gradient descent algoritmlarini tushuntirish; (4) ikkala tizimni qiyosiy jadval orqali tahlil qilish; (5) AI ning zamonaviy amaliy qo'llanilishini ko'rsatish.

## 2. Biologik neyron: tuzilishi va o'rganish mexanizmi

Inson miyasida taxminan 86 milliard neyron mavjud bo'lib, ular bir-biri bilan 100 trillion dan ortiq sinaptik ulanish orqali bog'langan [3]. Har bir neyron dendritlar (signal qabul qiluvchi), soma (hujayra tanasi) va akson (signal uzatuvchi) qismlaridan iborat.

Biz biror narsani o'rganganimizda, miya sinaptik ulanishlarning kuchini o'zgartiradi. Bu jarayon — neyral plastiklik — Hebb qoidasiga asoslanadi: "Birga yongan neyronlar — birga bog'langan" [4]. Matematik tarzda bu quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta w_{ij} = \eta \cdot x_i \cdot y_j$$

Bu yerda:  $\Delta w_{ij}$  — sinaps og'irligi o'zgarishi;  $\eta$  — o'rganish tezligi (learning rate);  $x_i$  — kiruvchi signal;  $y_j$  — chiquvchi signal [4].

Masalan, yangi til o'rganishda so'zlarni qayta-qayta takrorlash neyronlar orasidagi ulanishni kuchaytiradi — xuddi yo'l qanchalik ko'p bosilsa, shunchalik kengroq bo'lgani kabi. Bu tamoyil sun'iy neyron tarmoqlar yaratilishida bosh g'oya bo'lib xizmat qildi [2].

### 3. Sun'iy neyron tarmoq: matematik modeli

Sun'iy neyron tarmoqlar 1943-yilda McCulloch va Pitts tomonidan biologik miyadan ilhomlanib taklif qilingan [1]. Zamonaviy tarmoq uch asosiy qatlamdan iborat: kirish qatlami, yashirin qatlamlar (hidden layers) va chiqish qatlami.

Har bir sun'iy neyron quyidagi matematik amalni bajaradi:

$$y = f(\sum w_i \cdot x_i + b)$$

Bu yerda:  $x_i$  — kiruvchi qiymatlar;  $w_i$  — og'irlik koeffitsientlari (tarmoqning "xotirasi");  $b$  — bias (siljish);  $f$  — aktivatsiya funksiyasi (masalan, ReLU yoki sigmoid) [3].

Biologik neyron elektrokimyoviy signal ishlatsa, sun'iy neyron son (odatda 0 va 1 orasidagi qiymat) bilan ishlaydi. Lekin ikkala holatda ham asosiy tamoyil bir xil: kiruvchi signallar yig'iladi va ma'lum chegara qiymatidan oshganda neyron "yonadi" — ya'ni keyingi qatlamga signal uzatadi.

### 4. O'rganish algoritmi: backpropagation va gradient descent

Sun'iy neyron tarmoqning o'rganish jarayoni uch bosqichdan iborat [3]:

To'g'ri o'tish (forward pass): kirish ma'lu'mot qatlamlar orqali o'tib, natija hosil qiladi.

Xatolikni hisoblash: natija haqiqiy qiymat bilan taqqoslanadi. Xatolik funksiyasi (masalan, o'rtacha kvadratik xato):  $L = (1/n) \cdot \sum (y^l - \hat{y}^l)^2$

Orqaga tarqalish (backpropagation): gradient descent usuli yordamida og'irliklar tuzatiladi:  $w = w - \eta \cdot (\partial L / \partial w)$

Bu jarayon millionlab marta takrorlanadi. Inson miyadagi o'rganish bilan o'xshashlik shundan iboratki, ikkalasi ham xato signali asosida ulanishlarni (og'irliklarni) moslashtiradi. Farq shundaki, miya bu jarayonni parallel va energiya tejankor tarzda amalga oshiradi, neyron tarmoq esa ketma-ket hisoblash talab qiladi [5].

### 5. Biologik va sun'iy neyron tarmoqlar: qiyosiy tahlil

Quyidagi jadval ikkala tizimning asosiy xususiyatlarini qiyosiy ko'rsatadi:

(1-jadval):

Xususiyat	Biologik miya	Sun'iy neyron tarmoq
Asosiy birlik	Biologik neyron (~86 mlrd)	Matematik neyron

Xususiyat	Biologik miya	Sun'iy neyron tarmoq
O'rganish usuli	Sinaptik plastiklik (Hebb)	Backpropagation gradient descent +
O'rganish uchun ma'lu'mot	Juda kam (few-shot)	Millionlab namuna kerak
Energiya sarfi	~20 vatt	Yuzlab kilovatt (GPT-4: ~500 kVt)
Moslashuvchanlik	Juda yuqori, universal	Tor vazifaga mo'ljallangan
Parallellik	To'la parallel	Cheklangan (GPU yordamida)
Hissiyot / Ong	Mavjud	Mavjud emas
O'rganish tezligi	Sekin (yillar)	Tez (soatlar/kunlar)
Xatolarga chidamlilik	Yuqori (redundant)	Past (o'qitish sifatiga bog'liq)

**Biologik miya va sun'iy neyron tarmoqlarning qiyosiy tavsifi**

## 6. Sun'iy neyron tarmoqlarning zamonaviy qo'llanilishi

Biologik miyadan olingan ilhom asosida yaratilgan neyron tarmoqlar bugun turli sohalarda inqilobiy natijalarga erishmoqda:

Tibbiyot: Google DeepMind'ning AlphaFold tizimi oqsillar tuzilmasini bashorat qilishda tajribali olimlar darajasiga yetdi, bu biologiya fanida 50 yillik muammoni hal etdi [6].

Tilshunoslik: GPT-4 va shunga o'xshash katta til modellari 100 dan ortiq tilda matn tushunish va yaratishda inson darajasiga yaqinlashdi [1].

Transport: Tesla va Waymo kompaniyalari neyron tarmoqlar yordamida real vaqtda yo'l vaziyatini tahlil qilib, avtopilotsiz harakatni ta'minlamoqda [7].

Diagnostika: Neyron tarmoqlar rentgen va MRT suratlaridan saraton kasalligini erta bosqichda aniqlashda radiologlar bilan raqobatlasha oladigan aniqlikka erishdi [6].

Shunday qilib, biologik miyadan o'rganilgan tamoyillar sun'iy intellektni turli sohalarda amaliy vosita sifatida qo'llanishiga zamin hozirladi.

## 7.Xulosa

Ushbu tadqiqot biologik va sun'iy neyron tarmoqlarni qiyosiy tahlil qilish asosida quyidagi xulosalarni beradi:

Ikkala tizim — biologik miya va sun'iy neyron tarmoq — xato orqali o'rganish (error-based learning) tamoyiliga asoslanadi; biologik analogda bu Hebb qoidasi, sun'iysida esa backpropagation algoritmidir.

Asosiy farq — moslashuvchanlik va energiya sarfida: inson miyasi kam ma'lu'mot bilan universal vazifalarni hal etsa, sun'iy tarmoqlar katta ma'lu'mot talab qiladi va tor vazifaga ixtisoslashgan.

Biologik o'rganish mexanizmlaridan ilhomlanish (neuromorphic computing, few-shot learning) kelajakdagi AI tizimlarini yanada samarali va kam resurs sarflaydigan qilish yo'lini ko'rsatmoqda.

Kelajakdagi tadqiqotlar uchun tavsiya: biologik plastiklik mexanizmlarini (spike-timing-dependent plasticity — STDP) sun'iy tarmoqlarga to'liqroq integratsiya qilish energiya samaradorligini sezilarli oshirishi kutilmoqda.

## 8.Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. — MIT Press, 2016. — 800 b.
2. Hebb D.O. The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory. — Wiley, 1949. — 335 b.
3. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. — Pearson Education, 2021. — 1132 b.
4. Bishop C.M. Pattern Recognition and Machine Learning. — Springer, 2006. — 738 b.
5. Sejnowski T.J. The Deep Learning Revolution. — MIT Press, 2018. — 352 b.
6. Jumper J. et al. Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold // Nature. — 2021. — Vol. 596. — B. 583–589.
7. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning // Nature. — 2015. — Vol. 521. — B. 436–444.
8. Mahowald M. et al. Neuromorphic electronic systems // Proceedings of the IEEE. — 1990. — Vol. 78, No. 10. — B. 1629–1636.

9. Hastie. T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning. — Springer, 2009. — 745 b.
10. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni. Raqamli O'zbekiston — 2030 strategiyasi. — Toshkent, 2020.