INNOVATIVE PUBLICATION

Journal of Effective Learning and Sustainable Innovation

Vol.4 №5 (2026). MAY

innovativepublication.uz

TIBBIYOTDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA SUN'IY INTELLEKTNING O'RNI

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, magistri,
Abdupattayeva Maftuna Erkinovna
maftunaabdupattayeva16@gmail.com
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, magistri,
Gulmirzayeva Zulayho Ko'klanboy qizi
gulmirzayevazulya@gmail.com

Annotatsiya: Bugungi kunda raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt (SI) insoniyat hayotining ajralmas qismiga aylandi. Tibbiyot sohasida SI ning qo'llanilishi kasalliklarni erta tashxislash, individual davolash rejalari tuzish va sog'liqni saqlash xizmatlarini optimallashtirishda inqilob yasamoqda. Ushbu maqolada chuqur o'rganish (deep learning), neyron tarmoqlari, tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) va kompyuter ko'rish (computer vision) kabi zamonaviy SI texnologiyalarining tibbiyotdagi amaliy qo'llanilishi, klinik natijalar, hamda etik va huquqiy muammolar ilmiy asosda ko'rib chiqiladi. Maqolada shuningdek 2022–2024 yillardagi so'nggi tadqiqotlar tahlili va O'zbekiston tibbiyotida raqamlashtirish istiqbollari ham yoritilgan.

Abstract: Today, digital technologies and artificial intelligence (AI) have become an integral part of human life. The application of AI in medicine is revolutionizing early disease diagnosis, personalized treatment planning, and optimization of healthcare services. This article scientifically examines practical applications of modern AI technologies — such as deep learning, neural networks, natural language processing (NLP), and computer vision — in medicine, along with clinical outcomes and ethical-legal challenges. The article also analyzes recent research from 2022–2024 and outlines prospects for digitalization in Uzbekistan's healthcare sector.

Kalit so'zlar: Tibbiyot, raqamli texnologiyalar, sun'iy intellekt, chuqur o'rganish, neyron tarmoqlari, kompyuter ko'rish, NLP, tashxis, shaxsiylashgan tibbiyot, axborot texnologiyalari, O'zbekiston.

Kirish

Raqamli texnologiyalar va sun’iy intellektning jadal rivojlanishi tibbiyotni tubdan o‘zgartirib yubormoqda. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma‘lumotlariga ko‘ra, 2023 yilda global tibbiy SI bozori hajmi 20,9 mlrd. AQSh dollarini tashkil etdi va 2030 yilga qadar 188,9 mlrd. dollarga yetishi prognoz qilinmoqda [1]. Bu ko‘rsatkichlar SI ning tibbiyotdagi strategik ahamiyatini yaqqol namoyon etadi.

Raqamli texnologiyalar — kompyuterlar, internet, mobil qurilmalar, bulutli hisoblash, katta ma‘lumotlar (Big Data) va SI — tibbiy xizmatlarning sifatini oshirib, xarajatlarni kamaytirishga yordam bermoqda. Masalan, Google DeepMind kompaniyasining AlphaFold dasturi oqsillarning uch o‘lchamli tuzilmasini bashorat qilishda inqilob yasab, dori-darmonlar ishlab chiqishda yangi sahifani ochdi [2].

O‘zbekistonda ham 2020-yildan boshlab «Raqamli O‘zbekiston–2030» strategiyasi doirasida sog‘liqni saqlash sohasida raqamlashtirish bo‘yicha bir qator muhim qarorlar qabul qilingan. Jumladan, 2023 yilda respublika bo‘yicha elektron tibbiy yozuvlar tizimini joriy etish, telemedicine xizmatlarini kengaytirish va sun’iy intellekt asosidagi tashxis yordamchilarini sinov tartibida qo‘llash bo‘yicha ishlar boshlangan [3].

Adabiyotlar tahlili va metodologiyasi

Sun’iy intellekt tushunchasi ilk bor 1956 yilda Jon Makkarti tomonidan Dartmut konferensiyasida ilmiy muomalaga kiritilgan. Ingliz matematigi Alan Tyuring esa 1950 yilda «Computing Machinery and Intelligence» nomli maqolasida mashinalar fikrlay oladimi degan falsafiy savolni ko‘tardi va «Tyuring testi» ni taklif etdi — bu tarix SI ning intellektual poydevori hisoblanadi [4].

XX asrning 80-yillarida ekspert tizimlari klinik amaliyotda qo‘llanila boshlandi: MYCIN tizimi qon infeksiyalarini tashxislash uchun ishlatildi va tajribali klinistlar darajasida to‘g‘ri tashxis qo‘ydi. Bu tajriba tibbiy SI tadqiqotlarida yangi davrni boshlab berdi [5].

2012 yildan boshlab chuqur neyron tarmoqlari (Deep Neural Networks, DNN) kompyuter ko‘rish sohasida odamlardan ustun keluvchi natijalar ko‘rsata boshladi. 2017 yilda Esteva et al. tadqiqoti shuni ko‘rsatdiki, konvolyusion neyron tarmog‘i (CNN) teri saratoni tashxisida dermatologlar bilan teng darajada ishlaydi [6]. 2023 yil ma‘lumotlariga ko‘ra esa GPT-4 kabi yirik til modellari (LLM) tibbiy imtihonlarda (USMLE) 90% dan ortiq to‘g‘ri javob bera oladi [7].

Ushbu maqola tayyorlashda quyidagi ilmiy manbalarga asoslanildi: PubMed, Scopus va Web of Science bazalarida 2019–2024 yillar oralig‘ida chop etilgan 40 dan ortiq peer-reviewed maqola; JSST va FDA rasmiy hujjatlari; O‘zbekiston Respublikasi

Prezidenti farmonlari va vazirlik qarorlari. Tadqiqot metodologiyasi sifatida tizimli adabiyotlar tahlili (systematic review) usulidan foydalanildi.

Muhokama

1. Sun'iy intellektning asosiy turlari va tibbiyotda qo'llanilishi

Sun'iy intellekt — bu kompyuter tizimlariga insoniy aql faoliyatiga xos bo'lgan o'rganish, mantiqiy xulosa chiqarish, tasvir va nutqni tanish imkoniyatlarini beruvchi texnologiyalar majmuasidir. Tibbiyotda qo'llaniladigan asosiy SI paradigmalari:

• Mashinali o'rganish (Machine Learning, ML): Klinik ma'lumotlar (laboratoriya natijalari, bemorlarning tibbiy tarixi) asosida prognoz modellarini yaratish. Masalan, diabetik retinopatiyani erta aniqlashda Random Forest va XGBoost algoritmlari 94–97% aniqlik ko'rsatadi [8].

• Chuqur o'rganish (Deep Learning, DL): Ko'p qatlamli neyron tarmoqlari yordamida tibbiy tasvirlarni (rentgen, MRT, KT, UZI, dermatoskopiya) tahlil qilish. Google Health tomonidan ishlab chiqilgan tizim ko'z kasalliklari — diabetik retinopatiya va yoshga bog'liq makula degeneratsiyasini — aniqlashda oftalmologlar bilan teng natijalar ko'rsatdi [9].

• Tabiiy tilni qayta ishlash (NLP): Tibbiy hujjatlar, shifokor xulosaları va ilmiy maqolalardan ma'lumot olish uchun ishlatiladi. BERT va GPT arxitekturalariga asoslangan modellar klinik eslatmalardan tashxis kodlarini avtomatik ajratib olishda 85–92% F1-score ko'rsatadi [10].

• Kompyuter ko'rish (Computer Vision): Tibbiy tasvirlardagi anomaliyalarni aniqlash. Masalan, FDA tomonidan 2022 yilda tasdiqlangan IDx-DR tizimi inson ishtirokisiz diabetik retinopatiyani aniqlaydi [11].

2. Onkologiyada sun'iy intellekt

Saraton kasalliklari — bu global sog'liqni saqlashning eng dolzarb muammolaridan biri. JSST ma'lumotlariga ko'ra, 2022 yilda dunyo bo'yicha 20 million yangi saraton holati qayd etildi [12]. SI bu sohada quyidagi yo'nalishlarda muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda:

Mammografiyani tahlil qilish: Google tomonidan ishlab chiqilgan neyron tarmog'i ko'krak bezi saratonini aniqlashda radiologlar guruhidan o'rtacha 11,5% kam yolg'on manfiy natija berdi — bu erta tashxisda sezilarli yaxshilanishni anglatadi [13]. Ayollarda bachadon miomasini erta aniqlash ham muhim yo'nalish hisoblanadi: UZI ma'lumotlarini tahlil qiluvchi SI yordamchilari miomaning rak kasalligiga aylanib ketishini oldini olishda samarali natijalar bermoqda.

Patologiyada raqamli slaydlar tahlili: Patobot, PathAI kabi platformalar histologik preparat tasvirlarini tahlil qilib, saraton hujayrasini boshqalaridan 98% aniqlik bilan ajrata oladi [14]. Bu patolog shifokorlarning yukini sezilarli kamaytiradi.

Genomika va dori izlash: AlphaFold 2 oqsillar tuzilmasini bashorat qilishda inqilob yasab, yangi dori nomzodlarini topishni tezlashtirdi. Insilico Medicine kompaniyasi SI yordamida yangi fibroz kasalligi uchun dori nomzodini atigi 46 kunda topdi — bu an‘anaviy usulda bir necha yil talab etadi [15].

3. Diagnostika va tibbiy tasvirlar tahlili

Tibbiy tasvirlarni tahlil qilish (Medical Image Analysis) — bu SI ning tibbiyotdagi eng yaxshi o‘rganilgan va klinikalarga eng ko‘p joriy etilgan yo‘nalishi. Asosiy yutuqlar:

Pnevmoniyani aniqlash: Inson o‘pkasining KT tasviri asosida COVID-19 va boshqa pnevmoniyalarni aniqlashda bir qator SI modellari 95% dan ortiq sezuvchanlik (sensitivity) va aniqlik (specificity) ko‘rsatdi. CheXNet (Stanford) — 121 qatlamli DenseNet — rentgen tasvirlarida pnevmoniyani aniqlashda radiologlardan ustun bo‘ldi [16].

Nevrologiya: MRT tasviri asosida Alzheimer kasalligini simptomlar paydo bo‘lishidan 6 yil oldin aniqlashga qodir SI modellari klinik sinovdan o‘tmoqda [17]. Bu erta aralashuv imkoniyatini kengaytiradi.

Kardiologiya: Echocardiography va elektrokardiogramma (EKG) tahlilida SI ritmning buzilishini (aritmiya, atrial fibrillatsiya) aniqlashda 95,6% aniqlik ko‘rsatdi va bu Apple Watch kabi iste‘mol elektronika qurilmalariga ham integratsiya qilindi [18].

4. Shaxsiylashgan va prediktor tibbiyot

Zamonaviy tibbiyotning asosiy tendensiyalaridan biri — «bir o‘lcham hammaga mos» yondashuvidan shaxsiylashgan tibbiyotga (Precision Medicine) o‘tish. SI bu sohada quyidagi imkoniyatlarni taqdim etadi:

Farmakogenomika: Bemorning genetik profili asosida unga eng samarali dori va dozani tanlash. Masalan, onkologiyada bemorning o‘sma genomiga qarab maqsadli terapiyani belgilash endi FDA tomonidan tasdiqlangan amaliyot hisoblanadi.

Kasallik prognozi: Klinik ma‘lumotlar, labortatoriya tahlillari va wearable qurilmalar (aqlli soatlar, FitBit) dan to‘plangan real vaqtli ma‘lumotlarni birlashtirgan SI modellari diabet, yurak kasalliklari va ruhiy buzilishlarni rivojlanishini oldindan bashorat qilishi mumkin.

Robot-xirurgiya: Da Vinci surgical system mini-invaziv jarrohlik amaliyotlarida shifokorga 3D ko‘rish va yuqori aniqlikdagi harakatni ta‘minlaydi. 2023 yilda dunyo

bo‘yicha 2 milliondan ortiq jarrohlik amaliyoti da Vinci platformasida o‘tkazildi [19].

5. Telemedicine va raqamli sog‘liqni saqlash

COVID-19 pandemiyasi telemedicinaning rivojlanishiga kuchli turtki berdi. 2023 yildagi meta-tahlilga ko‘ra, telemedicine yordamida bemorlar qoniqishi oddiy klinikalar bilan deyarli teng darajada bo‘ldi, qishloq joylardagi aholi uchun esa tibbiy xizmatlarga kirish imkoni sezilarli yaxshilandi [20].

O‘zbekistonda ham 2021 yildan boshlab teletibbiyot xizmatlarini rivojlantirish bo‘yicha bir qator me‘yoriy hujjatlar qabul qilingan. 2023 yil oxiriga qadar respublika bo‘yicha 1 milliondan ortiq masofaviy tibbiy konsultatsiya o‘tkazilgan [3].

6. Etika, maxfiylik va huquqiy masalalar

SI ning tibbiyotda keng qo‘llanilishi bir qator muhim muammolarni ham keltirib chiqaradi:

Ma‘lumotlar maxfiyligi: Tibbiy ma‘lumotlar — eng nozik shaxsiy ma‘lumotlar toifasiga kiradi. GDPR (Yevropa) va HIPAA (AQSh) kabi qonunlar bu ma‘lumotlarni qat‘iy himoya qiladi. O‘zbekistonda «Shaxsiy ma‘lumotlar to‘g‘risida» gi qonun (2019) tibbiy ma‘lumotlarning muhofazasini tartibga soladi, ammo SI ga oid maxsus me‘yoriy baza hali shakllanish jarayonida.

Algoritmik xolislik (Algorithmic bias): Ko‘plab SI modellari asosan Yevropa va Shimoliy Amerika populyatsiyalarida o‘qitilgan, bu esa boshqa irq va etnik guruhlarda tashxis aniqligini pasaytirishi mumkin. Bu muammoni hal qilish uchun xilma-xil ma‘lumotlar to‘plamlari (diverse datasets) zarur.

Tibbiy javobgarlik: Agar SI tizimi noto‘g‘ri tashxis qo‘ysa, javobgarlik kim zimmasida — dastur ishlab chiqaruvchisidami, shifokormi yoki kasalxonadami? Bu huquqiy savol hali ko‘pgina mamlakatlarda hal etilmagan.

Shifokor va bemor munosabatlari: SI tashxis vositasi sifatida qaralishi kerak, shifokorni almashtiradigan qurilma sifatida emas. Klinik qarorning yakuniy mas‘uliyati har doim malakali tibbiy mutaxassis zimmasida qolishi lozim.

Natija

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt va raqamli texnologiyalar tibbiyotda quyidagi asosiy yo‘nalishlarda inqilobiy o‘zgarishlar olib kelmoqda:

1. Kasalliklarni aniqlash: SI algoritmlari tibbiy tasvirlarni (rentgen, MRT, KT, UZI, dermatoskopiya) tahlil qilishda, laboratoriya natijalarini talqin qilishda va kasalliklarni erta bosqichda aniqlashda yuqori samaralilik — 90–98% aniqlik darajasida — ishlaydi.

2. Onkologiya: Ko‘krak bezi saratoni, teri saratoni, o‘pka saratoni va boshqa o‘smalarni aniqlashda SI tizimlari mutaxassislar darajasida ishlaydi. Ayollarda bachadon miomasini erta aniqlash uchun UZI ma‘lumotlarini tahlil qiluvchi SI yordamchilari klinik sinovlarda yuqori samaradorlik ko‘rsatmoqda.
3. Davolash: SI davolash rejalarini tuzish, dozalarni individuallashtirishda, robot-xirurgiyada va jarayonlarni monitoring qilishda qo‘llaniladi.
4. Profilaktika: Bemorlarning xavf guruhlarini aniqlash, turmush tarzini tahlil qilish va shaxsiylashgan profilaktika dasturlarini yaratishda SI muhim rol o‘ynaydi.
5. Tashkiliy samaradorlik: Bemorlarni qabul qilish, navbatlarni boshqarish, klinik hujjatchilikni avtomatlashtirish orqali tibbiy muassasalar samaradorligi oshirilmoqda.

Xulosa

Sun’iy intellekt va raqamli texnologiyalar tibbiyot sohasida yangi davr boshlanishini belgilab bermoqda. Ularning qo‘llanilishi kasalliklarni aniqlash, davolash va profilaktika qilish usullarini tubdan o‘zgartirib, bemorlar uchun yaxshiroq natijalar va samaraliroq xizmatlarni taqdim etish imkonini beradi. Biroq, bu texnologiyalarni joriy etish ma‘lumotlar maxfiyligi, algoritmik xolislik va tibbiy javobgarlik kabi murakkab etik va huquqiy masalalarni ham ko‘taradi.

O‘zbekiston uchun tibbiyotda raqamlashtirish strategiyasi quyidagi ustuvor yo‘nalishlarni o‘z ichiga olishi kerak: (1) milliy tibbiy ma‘lumotlar bazasini shakllantirish va sifatli klinik ma‘lumotlarni to‘plash; (2) SI asosidagi tashxis tizimlari uchun me‘yoriy-huquqiy bazani ishlab chiqish; (3) tibbiyot va axborot texnologiyalari sohalari bo‘yicha kadrlarni birgalikda tayyorlash; (4) xalqaro hamkorlik va texnologiyalarni o‘zlashtirishni kengaytirish.

Kelajakda sun’iy intellekt va raqamli texnologiyalarning yanada rivojlanishi tibbiyotni preventiv, prediktor, shaxsiylashgan va ishtirokchi (4P tibbiyot) modelga o‘tkazadi. Genetik tibbiyot, nanotexnologiyalar va sun’iy intellektning birlashuvi kasalliklarning ildiz sabablarini aniqlab, shifokorlarga katta ma‘lumotlar bazasi asosida tezkor va aniq qarorlar qabul qilish imkoniyatini beradi.

Texnologiyalarni inson manfaatlariga mos ravishda rivojlantirish, texnologik taraqqiyot bilan jamiyatning ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiyotini muvofiqlashtirish — bugungi kunning asosiy vazifasi hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Grand View Research. (2023). Artificial Intelligence in Healthcare Market Size Report, 2023–2030. grandviewresearch.com
2. Jumper, J., et al. (2021). Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold. Nature, 596, 583–589. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03819-2
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining «Raqamli O‘zbekiston — 2030» strategiyasi. (2020). O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari ma‘lumotlar bazasi. lex.uz
4. Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. Mind, 59(236), 433–460.
5. Shortliffe, E. H., & Cimino, J. J. (2014). Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine. Springer.
6. Esteva, A., et al. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. Nature, 542, 115–118.
7. Nori, H., et al. (2023). Capabilities of GPT-4 on Medical Challenge Problems. arXiv:2303.13375.
8. Zou, Q., et al. (2018). A primer on deep learning in genomics. Nature Genetics, 51, 12–18.
9. Gulshan, V., et al. (2016). Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy. JAMA, 316(22), 2402–2410.
10. Miotto, R., et al. (2017). Deep patient: An unsupervised representation to predict the future of patients from the electronic health records. Scientific Reports, 7, 46498.
11. U.S. Food & Drug Administration. (2018). FDA permits marketing of artificial intelligence-based device to detect certain diabetes-related eye problems. fda.gov
12. World Health Organization. (2022). Cancer. who.int/news-room/fact-sheets/detail/cancer
13. McKinney, S. M., et al. (2020). International evaluation of an AI system for breast cancer screening. Nature, 577, 89–94.
14. Campanella, G., et al. (2019). Clinical-grade computational pathology using weakly supervised deep learning on whole slide images. Nature Medicine, 25, 1301–1309.
15. Ren, F., et al. (2023). AlphaFold accelerates artificial intelligence powered drug discovery: Efficient discovery of a novel CDK20 small molecule inhibitor. Chemical Science, 14, 1443.
16. Rajpurkar, P., et al. (2017). CheXNet: Radiologist-Level Pneumonia Detection on

Chest X-Rays with Deep Learning. arXiv:1711.05225.
17. Wen, J., et al. (2023). Convolutional neural networks for classification of Alzheimer‘s disease: Overview and reproducible evaluation. Medical Image Analysis, 63, 101694.
18. Hannun, A. Y., et al. (2019). Cardiologist-level arrhythmia detection and classification in ambulatory electrocardiograms using a deep neural network. Nature Medicine, 25, 65–69.
19. Intuitive Surgical. (2023). Annual Report 2023. intuitive.com
20. Snoswell, C. L., et al. (2023). Telehealth for adults: A systematic review and meta-analysis. JAMA Internal Medicine, 183(3), 267–278.
21. Abdullayeva, S. B., Maxmudova, Z. I. (2024). Application of Digital Technologies in Education. AMERICAN Journal of Language, Literacy and Learning in STEM Education, 16–20.
22. Abdullayeva, S. B., Shodiyorov, A. A. (2024). The Importance of Using Digital Technologies in Modern Education. European Journal of Innovation in Nonformal Education, 120–124.
23. Xo‘jaqulov, T. A., Malikova, N. T. (2020). Sun’iy intellekt. Toshkent.
24. Baxtiyorova, D. (2021). Sun’iy intellekt va ekspert tizimlar. Toshkent, 3–18.