ZAMONAVIY TIBBIYOTDA IOT TAHLILI

Yusupova Farog'at Yakubboy qizi
Dasturiy injiniring kafedrasi, Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat Universiteti, Urganch, O'zbekiston
E-mail: farogat.yakubboyevna@gmail.com

Qabul qilindi: 19.10.2025
Ko'rib chiqildi: 20.10.2025
Tasdiqlandi: 21.10.2025

Kalit so'zlar:
IoT, tibbiyot, masofaviy monitoring, reabilitatsiya, sun'iy intellekt.

Annotatsiya. So'nggi yillarda Internet of Things (IoT) texnologiyalari tibbiyotda keng qo'llanilib, bemorlarga samarali va shaxsiylashtirilgan xizmat ko'rsatish imkonini bermoqda. IoT asosan masofaviy bemor monitoringi, reabilitatsiya, kardiologiya va diabet nazoratida qo'llaniladi. Ushbu texnologiyalar yurak urishi, qon bosimi, glyukoza miqdori kabi ko'rsatkichlarni real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi. IoT tibbiy xizmat sifatini oshiradi, biroq ma'lumot xavfsizligi, standartlashuv va iqtisodiy muammolar mavjud. Kelajakda IoT'ni sun'iy intellekt va 5G texnologiyalari bilan integratsiyasi sog'liqni saqlash tizimining yangi bosqichini shakllantiradi.

Kirish. So'nggi yillarda axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishi inson faoliyatining deyarli barcha sohalariga, xususan tibbiyotga ham katta ta'sir ko'rsatmoqda. Shulardan biri — Internet of Things (IoT) texnologiyalaridir [1]. IoT — turli xil qurilmalar va sensorlarning internet orqali o'zaro bog'lanib, real vaqt rejimida ma'lumot almashish imkonini beruvchi tizimdir [2]. Ushbu texnologiya nafaqat sanoat va transport sohalarida, balki sog'liqni saqlash tizimida ham keng qo'llanila boshladi [3].

IoT texnologiyalarining tibbiyotda keng qo'llanilayotgan asosiy yo'nalishlari sifatida masofaviy bemor monitoringi, kardiologiya, endokrinologiya (diabetni boshqarish), nevrologiya va reabilitatsiya, onkologiya, geriatrik parvarish, jarrohlik, farmatsevtika va aqlli shifoxonalarni sanab o'tish mumkin. Ushbu yo'nalishlarning har biri zamonaviy tibbiyotning dolzarb muammolarini hal qilishda muhim o'rin egallaydi. Shuni alohida ta'kidlash lozimki, IoT texnologiyalarini tibbiyotga joriy etishdan ko'zlangan asosiy maqsad — tibbiy xizmatlarning sifati va ulardan foydalanish imkoniyatlarini oshirish, shifokorlarning ish yukini kamaytirish, davolashdagi xatoliklarni

minimallashtirish hamda bemorlarga shaxsiylashtirilgan yordam ko‘rsatishdir. Biroq, IoT texnologiyalarini qo‘llashda ma’lumotlar xavfsizligi, qurilmalarning standartlashuvi, iqtisodiy xarajatlar va texnik infratuzilma bilan bog‘liq muammolar ham mavjud.

Tibbiyotda IoT keng qo‘llanilayotgan asosiy yo‘nalishlar. So‘nggi yillarda tibbiyotda Internet of Things (IoT) texnologiyalarining qo‘llanilishi keskin oshib bormoqda [4]. Turli xil sensorlar, aqlli qurilmalar va mobil ilovalar yordamida bemorlarning hayotiy ko‘rsatkichlarini doimiy ravishda kuzatish va bu ma’lumotlarni shifokorlarga real vaqt rejimida yetkazish imkoniyati paydo bo‘ldi [5]. Bu jarayon nafaqat diagnostika va davolash jarayonini yengillashtiradi, balki tibbiy xizmatlarning sifatini oshirish, bemor xavfsizligini ta’minlash va shifokorlarning ishini optimallashtirishda muhim rol o‘ynaydi. Shu sababli bugungi kunda dunyoning ko‘plab davlatlarida IoT texnologiyalariga asoslangan tibbiy yechimlar keng miqyosda tatbiq etilmoqda [6].

IoT texnologiyalarining eng muhim va tez rivojlanayotgan sohasi bu — masofaviy bemor monitoringidir. Bu yo‘nalishda turli xil sensorlar yordamida bemorlarning yurak urishi, qon bosimi, tana harorati, qondagi kislorod miqdori va glyukoza darajasi kuzatilib, ma’lumotlar shifokorlarga uzatiladi [7]. AQSh va Germaniyada bunday tizimlar kasalxonaga qayta yotishlar sonini kamaytirishga yordam bermoqda. Hindistonda esa qishloq hududlarda homilador ayollar va diabet kasalligidan aziyat chekayotgan bemorlarni nazorat qilishda IoT qurilmalari qo‘llanilmoqda. Bu yo‘nalishning afzalligi shundaki, u sog‘liqni nazorat qilishni klinikadan tashqariga olib chiqib, bemorlar uchun qulaylik yaratadi.

Kardiologiya. Kardiologiya IoT texnologiyalarining eng ko‘p qo‘llanilayotgan yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi [8]. Aqlli soatlar, bilaguzuklar va yurak stimulyatorlari yordamida yurak faoliyatini kuzatish imkoniyati mavjud. Masalan, AQShda Apple Watch kabi qurilmalar yordamida yurak ritmidagi buzilishlarni erta aniqlash amaliyoti keng joriy etilgan. Germaniyada Siemens Healthineers kompaniyasi yurak stimulyatorlarini IoT tarmog‘iga ulash orqali bemorlarni masofadan monitoring qilish tizimlarini ishlab chiqmoqda. Bu texnologiyalar yurak kasalliklarini erta tashxislash va xavfli vaziyatlarda tezkor choralar ko‘rishga yordam beradi..

Nevrologiya va reabilitatsiya. IoT texnologiyalari nevrologiya va reabilitatsiya sohalarida ham samarali qo‘llanilmoqda [9]. Sensorlar yordamida bemorlarning mashqlarni to‘g‘ri bajarishi nazorat qilinadi, harakatdagi o‘zgarishlar aniqlanadi va reabilitatsiya dasturlari shaxsiylashtiriladi. Isroilda

yaratilgan OneStep tizimi oddiy smartfonning akselerometri yordamida bemorning yurishini klinik darajada aniqlik bilan tahlil qiladi. Yaponiyada qariyalar uchun reabilitatsiya markazlarida IoT sensorlari keng tatbiq etilmoqda, Finlyandiyada esa 5G asosidagi smart shifoxonalar reabilitatsiya jarayonlarini masofadan boshqarishga imkon yaratmoqda [10].

Muammolar. Tibbiyotda IoT texnologiyalarining keng joriy etilishi sog‘liqni saqlash tizimi uchun katta imkoniyatlar yaratmoqda, biroq bu jarayonni amaliyotda tatbiq etishda bir qator muammolar saqlanib qolmoqda. Ular asosan texnik, iqtisodiy, axloqiy va huquqiy omillar bilan bog‘liq.

Eng muhim muammolardan biri — ma’lumotlar xavfsizligi va maxfiyligi. IoT qurilmalari orqali yig‘iladigan yurak urishi, qon bosimi, glyukoza kabi tibbiy ma’lumotlar juda sezgir hisoblanadi. Ushbu ma’lumotlarning uchinchi shaxslarga o‘tib qolishi yoki noto‘g‘ri ishlatilishi bemor xavfsizligiga jiddiy tahdid soladi.

Standartlashuv va moslashuv masalasi ham dolzarb. Turli ishlab chiqaruvchilarning qurilmalari o‘zaro mos kelmagani sababli ma’lumot almashinuvi qiyinlashadi, yagona xalqaro standartlar yo‘qligi esa integratsiya jarayonini murakkablashtiradi.

Qurilma ishonchliligi va aniqligi ham muhim omil sanaladi. Sensorlarning noto‘g‘ri o‘lchovlari tibbiy qarorlarning to‘g‘riligiga ta’sir ko‘rsatadi. Qurilmalarni muntazam kalibratsiya qilish va texnik xizmat ko‘rsatish tizimi yetarli darajada yo‘lga qo‘yilmagan.

Shuningdek, axloqiy va huquqiy masalalar ham muhim ahamiyatga ega. Bemorning shaxsiy ma’lumotlaridan foydalanishda rozilik olish, ma’lumotlar saqlanishi va ulardan foydalanish jarayonining shaffofligi yetarli darajada ta’minlanmagan. Ba’zi hollarda foydalanuvchilarning texnologiyadan foydalanish ko‘nikmasi ham past bo‘lib, bu tizim samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Yechimlar. Tibbiyotda IoT texnologiyalarining keng joriy etilishi sog‘liqni saqlash tizimi uchun katta imkoniyatlar yaratmoqda, biroq bu jarayonni amaliyotda tatbiq etishda bir qator muammolar mavjud. Ular asosan texnik, iqtisodiy, axloqiy va huquqiy omillar bilan bog‘liq. Eng muhim muammolardan biri — ma’lumotlar xavfsizligi va maxfiyligidir. IoT qurilmalari orqali yig‘iladigan yurak urishi, qon bosimi, glyukoza kabi tibbiy ma’lumotlar sezgir hisoblanadi va ularning uchinchi shaxslarga o‘tib qolishi bemor xavfsizligiga jiddiy tahdid soladi. Shuningdek, turli ishlab chiqaruvchilarning qurilmalari o‘zaro mos kelmagani sababli ma’lumot almashinuvi qiyinlashadi, yagona xalqaro standartlar yo‘qligi esa tizimlar integratsiyasini murakkablashtiradi.

Infratuzilmaning, xususan, internet tarmoqlarining zaifligi va elektr ta'minotidagi uzilishlar IoT tizimlarining uzluksiz ishlashiga to‘sqinlik qiladi. Qurilmalar aniqligi va ishonchliligi ham dolzarb masala bo‘lib, noto‘g‘ri o‘lchovlar shifokor qarorlariga salbiy ta'sir ko‘rsatishi mumkin. Bundan tashqari, IoT texnologiyalarini joriy etish va texnik xizmat ko‘rsatish katta iqtisodiy xarajatlarni talab etadi. Axloqiy va huquqiy jihatdan esa bemor roziligi, ma'lumotlardan foydalanishdagi shaffoflik hamda foydalanuvchilarning texnologiyadan foydalanish ko‘nikmalari bilan bog‘liq masalalar dolzarb bo‘lib qolmoqda.

Xulosa. Tibbiyot sohasida Internet of Things (IoT) texnologiyalarining qo‘llanilishi zamonaviy sog‘liqni saqlash tizimining ajralmas qismiga aylanmoqda. IoT yordamida bemorlarning hayotiy ko‘rsatkichlarini real vaqt rejimida kuzatish, ularni masofadan nazorat qilish va reabilitatsiya jarayonlarini shaxsiylashtirish imkoniyati yuzaga keldi. Bu texnologiyalar kardiologiya, endokrinologiya, nevrologiya va reabilitatsiya sohalarida samaradorlikni sezilarli darajada oshirmoqda. Shu bilan birga, tibbiyotda IoT texnologiyalarini keng joriy etish ma'lumotlar xavfsizligi, qurilmalar o‘zaro mosligi, texnik infratuzilma, iqtisodiy xarajatlar va huquqiy tartibga solish bilan bog‘liq qator muammolarni ham keltirib chiqarmoqda. Ularni bartaraf etish uchun ma'lumotlarni himoya qilishni kuchaytirish, xalqaro standartlar (HL7, FHIR) asosida qurilmalararo integratsiyani yo‘lga qo‘yish, 5G va keng polosali internet infratuzilmasini rivojlantirish, qurilmalar ishonchliligini oshirish hamda davlat–xususiy sektor hamkorligini kengaytirish zarur. Kelajakda IoT texnologiyalarini sun'iy intellekt, katta ma'lumotlar tahlili (Big Data) va 5G tarmoqlari bilan integratsiya qilish tibbiyotda yangi bosqichni boshlab beradi. Bu esa kasalliklarni erta aniqlash, bashoratli diagnostika, shaxsiylashtirilgan davolash va “aqlli shifoxona” konsepsiyasini keng tatbiq etish imkonini yaratadi. Natijada, bemor xavfsizligi ta'minlanadi, tibbiy xizmatlar sifati oshadi va sog‘liqni saqlash tizimi yanada samarali hamda barqaror ishlaydigan raqamli muhitga aylanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Islam, S. M. R., Kwak, D., Kabir, M. H., Hossain, M., & Kwak, K. S. (2015). *The Internet of Things for Health Care: A Comprehensive Survey*. IEEE Access, 3, 678–708. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2437951

2. Aceto, G., Persico, V., & Pescapé, A. (2020). *Industry 4.0 and Health: Internet of Things, Big Data, and Cloud Computing for Healthcare*. Future Generation Computer Systems, 98, 850–859. Elsevier. https://doi.org/10.1016/j.future.2019.04.036

3. Fathima, R., & Geetha, S. (2021). *IoT based Smart Healthcare Monitoring and Alerting System*. In Lecture Notes in Networks and Systems. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-33-4015-3_15

4. Ahmed, M. U., Begum, S., & Funk, P. (2017). *Wearable Sensors for Healthcare: IoT Enabled Systems*. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51394-2

5. Doukas, C., & Maglogiannis, I. (2012). *Bringing IoT and Cloud Computing Towards Pervasive Healthcare*. 2012 Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS), 922–926. IEEE. https://doi.org/10.1109/IMIS.2012.26

6. Xu, B., Xu, L. D., Cai, H., Xie, C., Hu, J., & Bu, F. (2014). *Ubiquitous Data Accessing Method in IoT-Based Information System for Emergency Medical Services*. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 10(2), 1578–1586. https://doi.org/10.1109/TII.2014.2306384

7. Silva, B. M., Rodrigues, J. J., de la Torre Díez, I., López-Coronado, M., & Saleem, K. (2015). *Mobile-Health: A Review of Current State in 2015*. Journal of Biomedical Informatics, 56, 265–272. Elsevier. https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.06.003

8. Latif, S., Qadir, J., Farooq, S., & Imran, M. A. (2017). *How 5G Wireless (and Concomitant Technologies) Will Revolutionize Healthcare?* IEEE Access, 5, 10967–10985. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2715249

9. Mariani, R., & Ciampolini, P. (2018). *IoT for Healthcare: Architectures and Applications*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67657-9

10. Pang, Z., et al. (2015). *Design of a Health-IoT System for Secure and Smart Healthcare*. IEEE Wireless Communications, 22(1), 58–65. https://doi.org/10.1109/MWC.2015.7054723