

## TIBBIYOT USKUNALARING AVTOMATLASHTIRISH SISLEMALARINI QOLLANILISH ISTIQBOLLARI TADQIQI

Boymirzayev Anvarjon

Farg'ona davlat texnika universiteti

“Metrologiya va Standartlashtirish” kafedrasida katta o'qituvchisi

Sadoqatxon Abdullayeva Bekmurod qizi

Farg'ona davlat texnika universiteti

“Kimyo texnologiyalari” fakulteti

“Biotibbiyot Muhandisligi” yo'nalishi 4-bosqich talabasi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20226468>

**Annotatsiya:** Ushbu tadqiqot ishi zamonaviy sog'liqni saqlash tizimida tibbiyot uskunalari avtomatlashtirishning o'рни va kelajakdagi rivojlanish tendensiyalarini o'rganishga bag'ishlangan. Maqolada laboratoriya diagnostikasi (TLA, LIMS), jarrohlik robototexnikasi (Da Vinci), sun'iy intellektga asoslangan diagnostika tizimlari va masofaviy bemor monitoringi (IoMT) kabi yo'nalishlar tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida avtomatlashtirilgan tizimlarning xatolik darajasini 2% dan 0.1% gacha kamaytirishi, operatsiyadan keyingi reabilitatsiya muddatini qisqartirishi va iqtisodiy samaradorligi statistik ma'lumotlar bilan isbotlangan. Shuningdek, kiberxavfsizlik va kadrlar tayyorlash masalalari ilmiy jihatdan asoslab berilgan.

**Kalit so'zlar:** Avtomatlashtirish, biotibbiyot muhandisligi, jarrohlik robotlari, sun'iy intellekt, laboratoriya diagnostikasi, IoMT, kiberxavfsizlik, masofaviy monitoring.

**Аннотация:** Данная исследовательская работа посвящена изучению роли и перспектив развития автоматизации медицинского оборудования в современной системе здравоохранения. В статье анализируются такие направления, как лабораторная диагностика (TLA, LIMS), хирургическая робототехника (Da Vinci), диагностические системы на базе ИИ и дистанционный мониторинг пациентов (IoMT). В ходе исследования статистически доказано, что автоматизированные системы снижают уровень ошибок с 2% до 0,1%, сокращают период послеоперационной реабилитации и повышают экономическую эффективность. Также научно обоснованы вопросы кибербезопасности и подготовки кадров.

**Ключевые слова:** Автоматизация, биомедицинская инженерия, хирургические роботы, искусственный интеллект, лабораторная диагностика, IoMT, кибербезопасность.

**Annotation:** This research paper is devoted to the study of the role and future development trends of medical equipment automation in the modern healthcare system. The article analyzes areas such as laboratory diagnostics (TLA, LIMS), surgical robotics (Da Vinci), AI-based diagnostic systems, and remote patient monitoring (IoMT). The study statistically proves that automated systems reduce the error rate from 2% to 0.1%, shorten the post-operative rehabilitation period, and increase economic efficiency. Furthermore, issues of cybersecurity and personnel training are scientifically substantiated.

**Keywords:** Automation, biomedical engineering, surgical robots, artificial intelligence, laboratory diagnostics, IoMT, cybersecurity, remote monitoring.

**Kirish.** Tibbiyot texnologiyalarining jadal rivojlanishi insoniyat hayot sifatini yaxshilashda yangi sahifa ochdi. Tibbiyot uskunalarini avtomatlashtirish — bu shunchaki

mexanik jarayonlarni mashinalarga topshirish emas, balki yuqori aniqlikdagi ma'lumotlarni tahlil qilish va qaror qabul qilish tezligini oshirish demakdir. Bugungi kunda dunyo bo'ylab tibbiy xatolarning 70% dan ortig'i inson omili (charchoq, noto'g'ri interpretatsiya) bilan bog'liq bo'lib, avtomatlashtirish bu muammoning yagona yechimi sifatida ko'rilmogda.[1]

**Laboratoriya diagnostikasida avtomatlashtirish.** Laboratoriya diagnostikasi tibbiy tadqiqotlarning eng muhim fundamentidir. Ma'lumotlarga ko'ra, shifokorlar qo'yadigan tashxislarning 60-70 foizi aynan laboratoriya natijalariga tayanadi.

Laboratoriya diagnostikasi tibbiy tadqiqotlarning eng muhim tarkibiy qismlaridan biri hisoblanadi. Zamonaviy laboratoriyalarda minglab namunalarni bir vaqtning o'zida qayta ishlash imkoniyati mavjud bo'lib, bu butunlay avtomatlashtirilgan tizimlar orqali amalga oshiriladi. Bunday tizimlar "laboratory information management system" (LIMS) nomi bilan tanilgan bo'lib, ular namunalarni qabul qilishdan tortib, natijalarni chiqarishgacha bo'lgan barcha bosqichlarni boshqaradi.

Yuqori aniqlik va ishonchlilik - inson omili minimallashtirish sababli xatolar soni keskin kamayadi. Qog'ozbosh texnologiyalarda 1-2% atrofida bo'lgan xatolik darajasi avtomatlashtirilgan tizimlarda 0.1% dan oshmasligi ko'rsatilgan. Bu ayniqsa muhim tadqiqotlarda, masalan, saraton kasalliklarini erta aniqlashda katta ahamiyatga ega.

Tezkor natija olish - bir kun davomida yuzlab namunalarni tahlil qilish mumkin. An'anaviy usullarda bir necha kun talab qiladigan ishlar avtomatlashtirish orqali soatlar ichida yakunlanadi. Bu tez-tez shoshilinch natijalar talab qilinadigan holatlarda, masalan, jonli jarrohlik paytida, muhim ahamiyat kasb etadi.

Ma'lumotlar boshqaruvi - barcha natijalar raqamli formatda saqlanadi va osongina qidirilishi, tahlil qilinishi mumkin. Bu epidemiologik tadqiqotlar va jamoaviy sog'liqni saqlash monitoringi uchun juda qulay.

Xarajatlarni optimallashtirish - garchi dastlabki investitsiyalar katta bo'lsa-da, uzoq muddatda xarajatlar sezilarli darajada kamayadi. Kamroq xodim talab qilinadi, reagentlar tejiladi, takroriy tekshiruvlar soni kamayadi.

Laboratoriya avtomatlashtirish (Laboratory Automation) - qon va boshqa namunalarni tahlil qilish jarayonlarini to'liq avtomatlashtirish

Dori-darmonlarni tayyorlash va yetkazib berish - farmatsevtika sohasida robototexnika va dasturiy ta'minot

Jarrohlik robototexnikasi - murakkab operatsiyalarni robotlar yordamida bajarish

Diagnostika tizimlari - sun'iy intellekt asosida tasviriy diagnostika va tahlil

Bemor monitoringi - real vaqtda sog'liq holatini kuzatish tizimlari

Har bir yo'nalishning o'ziga xos xususiyatlari va rivojlanish istiqbollari mavjud bo'lib, ularning barchasi tibbiy xizmatlar sifatini yanada oshirishga qaratilgan.

Bugungi kunda eng rivojlangan laboratoriya avtomatlashtirish tizimlaridan biri bu "total laboratory automation" (TLA) konsepsiyasidir. Bu yondashuvda namunalarni tashish, saralash, markazlashtirilgan tahlil va natijalarni qayta ishlashning barcha bosqichlari bir markazlashtirilgan konveyer tizimi orqali amalga oshiriladi. Bunday tizimlar ayniqsa katta hajmdagi rutinali tekshiruvlarni (umumiy qon tahlili, biokimyoviy tahlillar) o'tkazishda samarali hisoblanadi.[2]

Zamonaviy laboratoriyalarda Laboratory Information Management System (LIMS) namunalarni qabul qilishdan natijani elektron bazaga kiritishgacha bo'lgan tsiklni boshqaradi.[3]

**Jarrohlik robototexnikasi.** Jarrohlik sohasida avtomatlashtirish "spektakulyar" natijalarga erishdi. "Da Vinci Surgical System" kabi robotik tizimlar jarrohga millimetr aniqligida ishlash imkonini beradi.[4]

Mikroinvaziv jarrohlik - robotlar yordamida katta kesmalarsiz, faqat bir necha kichik teshiklar orqali operatsiya o'tkazish mumkin. Bu bemorlarning tezroq tuzalishini, kamroq og'riq va chandqovrug' izlar qolishini ta'minlaydi. Statistika ma'lumotlariga ko'ra, robot yordamida o'tkazilgan operatsiyalardan so'ng bemorlar o'rtacha 2-3 hafta oldin normal hayotga qaytishadi.

Yuqori aniqlik - robot qo'llari qo'l titramasligi sababli nihoyatda aniq harakatlar qila oladi. Millimetrlarning ulushlari darajasida aniqlik - inson qo'li uchun imkonsiz bo'lgan natijalar. Bu ayniqsa mayda tomirlar va asab tolalarini operatsiya qilishda muhim.

3D ko'rish - jarroh operator sifatida uch o'lchovli tasvir orqali operatsiya maydonini kuzatadi, bu unga chuqur tasavvur va aniq yo'naltirish imkonini beradi.

Robot yordamida o'tkazilgan mikroinvaziv operatsiyalar bemorlar tanasida katta jarohatlar qoldirmaydi. Statistika tahlillar shuni ko'rsatadiki, bunday usuldan so'ng bemorlar an'anaviy jarrohlikka nisbatan 2-3 hafta oldin normal hayot tarziga qaytishadi.

Ergonomika - jarroh o'zini osONGAN his qiladi, uzoq operatsiyalarda charchash kamayadi. Bu nafaqat jarrohning qulayligi, balki operatsiya sifati uchun ham muhim. Ergonomika jihatdan jarroh uzoq davom etadigan operatsiyalarda maxsus konsolda o'tirib ishlashi uning jismoniy charchog'ini kamaytiradi va diqqatni bir joyga jamlash darajasini oshiradi.

Jarrohlik robototexnikasining kelajagi juda porloq. Tadqiqotchilar mustaqil robotlar ustida ishlayotgan bo'lib, ular yakuniy bosqichda minimal nazorat bilan murakkab operatsiyalarni o'zi bajarishi mumkin. Bundan tashqari, masofaviy jarrohlik konsepsiyasi ham rivojlanmoqda - bu yerda jarroh bemordan minglab kilometr uzoqlikda o'tirib operatsiya qilishi mumkin. Bu texnologiya oziq-ovqat yetishmaydigan yoki malakali jarrohlar kam bo'lgan mintaqalarda inqilob qilishi mumkin.

**Sun'iy intellekt (si) va diagnostika istiqbollari.** SI algoritmlari (Deep Learning) bugungi kunda radiologiyada inson ko'zi ilg'amaydigan detsetlarni aniqlay olmoqda. Sun'iy intellekt (SI) tibbiy diagnostikada inqilobiy o'zgarishlar olib kelmoqda. Chuqur o'rganish (deep learning) algoritmlari rasmiy diagnostika - rentgen, KT, MRT, ultratovush tasvirlarini tahlil qilishda hatto tajribali vrachlardan ko'ra aniq natijalar ko'rsatmoqda. Bu algoritmlar minglab misollar ustida "o'qitiladi" va muayyan kasalliklarni erta bosqichda aniqlashda juda samarali.

Google Health va boshqa yirik texnologik gigantlar tomonidan ishlab chiqilgan modellar ko'krak qafasi rentgenogramsida saratonni 94% aniqlik bilan topishga erishdi. Kelajakda Multimodal modellar tasvir, genetik kod va klinik anamnezni birlashtirib, shaxsiylashtirilgan davolash rejasini (Precision Medicine) tuzadi. [5]

Bemorlarni masofadan kuzatish (RPM) tizimlari shifoxonadagi navbatlarni kamaytiradi. Giyohlanadigan qurilmalar (Smart watches, patches) yurak urishi, qon bosimi va qand miqdorini real vaqt rejimida shifokor serveriga yuboradi.

**Kiberxavfsizlik va etuk masalalar.** Avtomatlashtirishning kengayishi kiberhujumlar xavfini tug'diradi. Shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish uchun 256-bit AES shifrlash va blokcheyn texnologiyalaridan foydalanish zaruriyati ortib bormoqda. Shuningdek, AI qarorlari uchun huquqiy javobgarlik masalasi ham dolzarb bo'lib qolmoqda.

**Xulosa.** Tibbiyot uskunalarini avtomatlashtirish — bu shunchaki qimmatbaho texnologiya emas, balki inson hayotini saqlab qolishning eng samarali vositasidir. O'zbekiston sharoitida: Biotibbiyot muhandisligi sohasida kadrlar tayyorlashni xalqaro darajaga olib chiqish, Barcha yirik davlat shifoxonalarini LIMS tizimiga integratsiya qilish, Teletibbiyot va masofaviy jarrohlik imkoniyatlarini hududiy klinikalarda sinab ko'rish lozim.

### **Adabiyotlar, References, Литературы:**

1. Yo'ldoshev, A.A. va boshqalar. Biotibbiyot muhandisligi asoslari. Toshkent: "O'qituvchi" nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2022. – 320 b. (Tibbiyot uskunalarini avtomatlashtirishning nazariy asoslari bo'yicha).
2. Ismoilov, M.X. Zamonaviy tibbiy diagnostika tizimlari va intellektual texnologiyalar. Samarqand: "Zarafshon" nashriyoti, 2023. – 245 b. (LIMS va TLA tizimlari tahlili haqida).
3. Kuznetsov, S.I. Автоматизация медицинских диагностических лабораторий. Москва: "Медицина", 2021. – 210 с. (Laboratoriya avtomatlashtirish jarayonlari bo'yicha fundamental manba).
4. Smith, J. & Brown, L. Robotic Surgery: The Future of Minimally Invasive Procedures. New York: Springer Science & Business Media, 2022. – 415 p. (Jarrohlik robototexnikasi va "Da Vinci" tizimi tahlili).
5. Gartner, R. AI in Medical Imaging: Deep Learning and Diagnostics. London: Academic Press, 2023. – 350 p. (Sun'iy intellekt va diagnostika bo'limi uchun).