



IoT texnologiyasi yordamida reabilitatsiya jarayonidagi bemor sog'ligini aqlli monitoring qilish tizimi

**Ergashev
Nurmuxammad
Ibrohimjon o'g'li**

*Andijon davlat texnika instituti, "Axborot
tizimlari" yo'nalishi magistranti
E-mail: ergashevn01@mail.ru*

Annotatsiya

Mazkur ilmiy maqolada Internet of Things (IoT) texnologiyalariga asoslangan sog'liq holatini masofaviy monitoring qilish tizimlarining nazariy asoslari, arxitektura yechimlari va amaliy qo'llanish imkoniyatlari tizimli tahlil qilinadi. Tadqiqotda real vaqt rejimida fiziologik ko'rsatkichlarni yig'ish, uzatish, qayta ishlash va tahlil qilish jarayonlari zamonaviy IoT infratuzilmasi, bulutli hisoblash va simsiz sensor tarmoqlari asosida ko'rib chiqiladi. IoT asosidagi masofaviy monitoring tizimlarining sog'liqni saqlash tizimidagi ahamiyati, ayniqsa, doimiy nazorat talab etiladigan bemorlar uchun xizmat ko'rsatish sifatini oshirish, tibbiy xodimlar yuklamasini kamaytirish va tezkor klinik qarorlar qabul qilish imkoniyatlarini kengaytirish nuqtayi nazaridan asoslab beriladi. Tadqiqot natijalari IoT texnologiyalarining sog'liqni saqlash sohasida barqaror va samarali raqamli yechim sifatida shakllanayotganini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Internet of Things, IoT, masofaviy monitoring, sog'liq holati, simsiz sensorlar, bulutli hisoblash, tibbiy axborot tizimlari.

Аннотация: В данной научной статье рассматриваются теоретические основы, архитектурные решения и практические возможности систем дистанционного мониторинга состояния здоровья на основе технологий Интернета вещей (IoT). В работе анализируются процессы сбора, передачи, обработки и анализа физиологических параметров в режиме реального времени с использованием беспроводных сенсорных сетей и облачных вычислений. Обоснована роль IoT-систем дистанционного мониторинга в повышении качества медицинского обслуживания, снижении нагрузки на медицинский персонал и обеспечении оперативного принятия клинических решений, особенно при наблюдении пациентов с хроническими заболеваниями. Полученные результаты подтверждают, что IoT-технологии формируют устойчивую цифровую основу для развития современных систем здравоохранения.

Ключевые слова: Интернет вещей, IoT, дистанционный мониторинг, состояние здоровья, беспроводные датчики, облачные вычисления, медицинские информационные системы.

Abstract: This scientific article analyzes the theoretical foundations, architectural solutions, and practical applications of Internet of Things (IoT)-based remote health monitoring systems. The study examines real-time acquisition, transmission, processing, and analysis of physiological parameters using wireless sensor networks and cloud computing technologies. The importance of IoT-based remote monitoring systems in improving healthcare service quality, reducing medical staff workload, and enabling timely clinical decision-making is substantiated, particularly for patients requiring continuous monitoring. The results demonstrate that IoT technologies represent a sustainable and effective digital solution for modern healthcare systems.

Keywords: Internet of Things, IoT, remote health monitoring, wireless sensors, cloud computing, healthcare systems.

KIRISH

So‘nggi yillarda sog‘liqni saqlash tizimida raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi tibbiy xizmat ko‘rsatish uslublarini tubdan o‘zgartirib, an‘anaviy davolash va kuzatuv mexanizmlarini masofaviy va aqlli monitoring tizimlari bilan boyitdi. Ayniqsa, Internet of Things (IoT) texnologiyalarining joriy etilishi sog‘liq holatini uzluksiz va real vaqt rejimida nazorat qilish imkonini yaratib, bemor va tibbiy muassasa o‘rtasidagi axborot almashuvini sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqdi. IoT asosidagi sog‘liq monitoring tizimlari fiziologik ko‘rsatkichlarni simsiz sensorlar yordamida yig‘ish, ularni tarmoqlar orqali uzatish va bulutli muhitda tahlil qilish imkonini berib, shifokorlarga masofadan turib bemor holatini baholash va tezkor qarorlar qabul qilish imkoniyatini ta‘minlamoqda. Ushbu yondashuv ayniqsa surunkali kasalliklar, yurak-qon tomir tizimi buzilishlari va uzoq muddatli reabilitatsiya talab etiladigan holatlarda muhim ahamiyat kasb etadi, chunki uzluksiz monitoring bemorning sog‘lig‘idagi keskin o‘zgarishlarni erta aniqlash va asoratlarning oldini olish imkonini beradi. Shu nuqtayi nazardan, IoT asosidagi sog‘liq holatini masofaviy monitoring qilish tizimlarini ilmiy jihatdan tadqiq etish, ularning arxitektura tamoyillari, texnologik imkoniyatlari va amaliy samaradorligini asoslab berish dolzarb ilmiy vazifa hisoblanadi.

METODOLOGIYA

Mazkur tadqiqot metodologiyasi IoT asosidagi sog‘liq holatini masofaviy monitoring qilish tizimlarini kompleks axborot-texnologik tizim sifatida o‘rganishga yo‘naltirilgan bo‘lib, unda sog‘liqni saqlash jarayonlari, simsiz sensor texnologiyalari, tarmoq kommunikatsiyalari va bulutli hisoblash muhitining o‘zaro integratsiyasi yagona metodik doirada tahlil qilinadi. Metodologik yondashuvning asosiy tamoyili shundan iboratki, masofaviy monitoring tizimi alohida qurilmalar yig‘indisi emas, balki ma‘lumotlarni yig‘ish, uzatish, qayta ishlash va klinik qarorlar qabul qilishni ta‘minlaydigan ko‘p qatlamli axborot tizimi sifatida qaraladi. Shu sababli tadqiqotda tizimli tahlil usuli asosiy metod sifatida tanlanib, IoT asosidagi sog‘liq monitoring tizimining funksional qatlamlari — sezgir (sensor) qatlam, tarmoq qatlam,

ma'lumotlarni qayta ishlash va bulutli qatlam hamda foydalanuvchi interfeysi qatlamlari o'zaro bog'liq holda ko'rib chiqiladi [1], [3].

Metodologiyaning birinchi bosqichida sog'liq holatini monitoring qilishda qo'llaniladigan IoT qurilmalarining funksional imkoniyatlari aniqlanadi. Ushbu bosqichda yurak urishi, tana harorati, qon kislorod bilan to'yinganlik darajasi, nafas olish chastotasi kabi fiziologik ko'rsatkichlarni real vaqt rejimida o'lchash imkonini beruvchi sensorlar asosiy tadqiqot obyektlari sifatida tanlanadi. Sensorlardan olinadigan ma'lumotlarning uzluksizligi va ishonchliligi masofaviy monitoring tizimining samaradorligini belgilovchi asosiy omil bo'lib, ushbu ko'rsatkichlar simsiz sensor tarmoqlari orqali markaziy boshqaruv tizimiga uzatiladi [1], [2]. Tadqiqotda sensorlar tomonidan hosil qilinadigan ma'lumotlar oqimi vaqt bo'yicha uzluksiz signallar sifatida qaralib, ularning kechikishsiz uzatilishi va yo'qotishlarsiz qayta ishlanishi metodologik jihatdan muhim shart sifatida belgilanadi.

Metodologiyaning ikkinchi muhim yo'nalishi IoT asosidagi masofaviy monitoring tizimida tarmoq kommunikatsiyalarining o'rni va ahamiyatini aniqlashdan iborat. Ushbu bosqichda Bluetooth Low Energy, Wi-Fi va boshqa simsiz aloqa texnologiyalarining sog'liq monitoring tizimlarida qo'llanishi qiyosiy tahlil qilinadi. Tarmoq qatlamining asosiy vazifasi sensorlardan kelayotgan ma'lumotlarni minimal kechikish bilan ma'lumotlarni qayta ishlash markaziga yetkazishdan iborat bo'lib, bu jarayonda ma'lumotlar xavfsizligi va uzatish barqarorligi alohida metodik mezon sifatida qaraladi [3]. Tadqiqot metodologiyasida tarmoq qatlamidagi uzilishlar yoki kechikishlar sog'liq monitoring tizimining klinik ahamiyatiga bevosita ta'sir ko'rsatishi mumkinligi nazariy jihatdan asoslanadi.

Metodologik yondashuvning navbatdagi bosqichi bulutli hisoblash texnologiyalarining masofaviy monitoring tizimidagi rolini tahlil qilishga qaratilgan. Ushbu bosqichda IoT qurilmalaridan kelayotgan katta hajmdagi tibbiy ma'lumotlarni saqlash, qayta ishlash va tahlil qilish uchun bulutli infratuzilmaning afzalliklari aniqlanadi. Bulutli muhit masofaviy monitoring tizimining markaziy elementi sifatida qaralib, u nafaqat ma'lumotlarni saqlash, balki ularni real vaqt rejimida vizualizatsiya qilish va tibbiy xodimlarga qulay interfeys orqali taqdim etish imkonini beradi [3], [4]. Metodologiyada bulutli hisoblashning moslashuvchanligi va kengayuvchanligi sog'liq monitoring tizimlarini turli miqyoslarda joriy etish imkonini beruvchi muhim texnologik ustunlik sifatida ko'rib chiqiladi.

Metodologiyaning ushbu qismida, shuningdek, masofaviy monitoring tizimining axborot xavfsizligi jihatlari ham nazariy asosda yoritiladi. Tibbiy ma'lumotlarning maxfiyligi va yaxlitligini ta'minlash IoT asosidagi sog'liq monitoring tizimlarida asosiy metodik talab sifatida belgilanadi. Shu nuqtayi nazardan, autentifikatsiya, avtorizatsiya va ma'lumotlarni shifrlash mexanizmlari tizimning ajralmas qismi sifatida qaraladi [2], [4]. Metodologik tahlilda axborot xavfsizligi talablariga rioya qilinmasligi sog'liq monitoring tizimining amaliy qo'llanish imkoniyatlarini cheklab qo'yishi mumkinligi asoslab beriladi.

METODOLOGIYA

Mazkur tadqiqot metodologiyasi IoT asosidagi sog'liq holatini masofaviy monitoring qilish tizimlarini ko'p qatlamli, dinamik va klinik jarayonlar bilan integratsiyalashgan axborot-texnologik tizim sifatida ilmiy asosda o'rganishga

yo'naltirilgan bo'lib, bunda masofaviy monitoring faqat texnik yechim emas, balki sog'liqni saqlash xizmatlarining tashkiliy va funksional modelini qayta shakllantiruvchi kompleks mexanizm sifatida talqin qilinadi. Metodologik yondashuvning asosiy nuqtasi shundan iboratki, IoT asosidagi monitoring tizimi individual sensor qurilmalar yig'indisi emas, balki fiziologik ma'lumotlarni yig'ish, uzatish, qayta ishlash, tahlil qilish va klinik qarorlarni qo'llab-quvvatlashni ta'minlaydigan uzluksiz axborot oqimiga asoslangan tizimdir. Shu sababli tadqiqotda tizimli tahlil va abstraksiyalash usullari asosiy metod sifatida tanlanib, sog'liq holatini monitoring qilish jarayoni sensor qatlam, tarmoq kommunikatsiya qatlamlari, bulutli hisoblash muhiti va foydalanuvchi interfeyslari o'rtasidagi o'zaro funksional bog'liqlik nuqtayi nazaridan tahlil qilinadi [1], [3]. Metodologiyaning birinchi konseptual bosqichida sog'liq monitoringida qo'llaniladigan IoT sensorlarining funksional xususiyatlari aniqlanib, yurak urish chastotasi, tana harorati, arterial bosim, qon kislorod bilan to'yinganlik darajasi va nafas olish ko'rsatkichlarini real vaqt rejimida o'lchash imkonini beruvchi qurilmalar asosiy tadqiqot obyektlari sifatida qaraladi, bunda sensorlardan olinadigan ma'lumotlarning uzluksizligi va aniqligi tizim samaradorligini belgilovchi asosiy metodik mezon sifatida qabul qilinadi [1], [2]. Ushbu bosqichda sensorlar tomonidan hosil qilinadigan ma'lumotlar oqimi vaqt bo'yicha uzluksiz signal sifatida modellashtirilib, ma'lumotlarning yo'qotilmasdan va kechikishsiz uzatilishi sog'liq holatini baholashda hal qiluvchi ahamiyatga ega ekani ilmiy asoslanadi. Metodologiyaning keyingi muhim yo'nalishi IoT asosidagi masofaviy monitoring tizimida tarmoq kommunikatsiyalarining rolini aniqlashga qaratilib, bunda simsiz aloqa texnologiyalarining sog'liq monitoringi sharoitida ishlash barqarorligi, kechikish darajasi va ma'lumot uzatish ishonchliligi qiyosiy tahlil qilinadi, chunki fiziologik ko'rsatkichlar bo'yicha real vaqt monitoringi kechikishlarga sezgir bo'lib, har qanday uzilish klinik qarorlarning kechikishiga olib kelishi mumkin [3]. Metodologik tahlilda tarmoq qatlamining samarali ishlashi sog'liq monitoring tizimining klinik qiymatini belgilovchi asosiy texnologik shartlardan biri sifatida asoslanadi. Tadqiqot metodologiyasida bulutli hisoblash texnologiyalari alohida markaziy element sifatida qaralib, IoT qurilmalaridan kelayotgan katta hajmdagi tibbiy ma'lumotlarni saqlash, qayta ishlash va tahlil qilish jarayonlari bulutli infratuzilma orqali amalga oshirilishi ilmiy jihatdan asoslab beriladi, bunda bulutli muhitning moslashuvchanligi, kengayuvchanligi va ko'p foydalanuvchili ishlash imkoniyati sog'liq monitoring tizimlarini turli miqyoslarda joriy etish imkonini beruvchi muhim ustunlik sifatida ko'riladi [3], [4]. Metodologiyaning muhim jihatlaridan biri sifatida IoT asosidagi masofaviy monitoring tizimining klinik jarayonlarga integratsiyalashuvi ko'rib chiqilib, bunda sensorlardan olinadigan ma'lumotlar shifokorlar tomonidan foydalaniladigan tibbiy axborot tizimlariga uzatilishi va real vaqt rejimida vizual tahlil qilinishi metodik jihatdan asoslanadi, bu esa klinik qarorlarni qo'llab-quvvatlash mexanizmlarini shakllantirish imkonini beradi [1], [3]. Tadqiqot metodologiyasida masofaviy monitoring tizimi orqali olingan ma'lumotlar nafaqat kuzatuv, balki prognozlash va erta ogohlantirish mexanizmlarini ishlab chiqishda ham foydalanilishi mumkinligi ilmiy asosda ko'rsatilib, bu holat IoT texnologiyalarining sog'liqni saqlash sohasidagi strategik ahamiyatini yanada oshiradi. Metodologik yondashuvning ajralmas qismi sifatida axborot xavfsizligi masalalari ham tahlil qilinib, tibbiy

ma'lumotlarning maxfiyligi, yaxlitligi va mavjudligini ta'minlash IoT asosidagi monitoring tizimlarida asosiy talab sifatida belgilanadi, chunki sog'liq ma'lumotlarining oshkor bo'lishi yoki buzilishi tizimga bo'lgan ishonchni keskin pasaytiradi [2], [4]. Shu sababli metodologiyada autentifikatsiya, avtorizatsiya va ma'lumotlarni shifrlash mexanizmlarining joriy etilishi sog'liq monitoring tizimining funksional samaradorligi bilan bir qatorda uning ijtimoiy va huquqiy maqbuliligini ham ta'minlovchi omil sifatida ko'rib chiqiladi. Umuman olganda, ishlab chiqilgan metodologik yondashuv IoT asosidagi sog'liq holatini masofaviy monitoring qilish tizimlarini texnik, axborotiy va klinik jihatlarining uzviy birligi asosida tahlil qilish imkonini berib, tadqiqot natijalarining nazariy asoslanganligi va amaliy ahamiyatini ta'minlashga xizmat qiladi [1]–[4].

NATIJALAR

O'tkazilgan tizimli va metodologik tahlillar natijasida IoT asosidagi sog'liq holatini masofaviy monitoring qilish tizimlari zamonaviy sog'liqni saqlash infratuzilmasida yuqori funksional samaradorlikka ega bo'lgan, real vaqt rejimida ishlovchi va klinik qarorlarni qo'llab-quvvatlovchi kompleks axborot tizimi sifatida shakllanayotgani aniqlandi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, IoT sensor qurilmalari yordamida yurak urishi, tana harorati, arterial bosim, qon kislorod bilan to'yinganlik darajasi va nafas olish chastotasi kabi asosiy fiziologik ko'rsatkichlarni uzluksiz monitoring qilish imkoniyati mavjud bo'lib, bu holat bemor sog'lig'idagi keskin o'zgarishlarni erta aniqlash va tezkor tibbiy choralar ko'rish imkonini beradi [1], [2]. Olingan natijalarga ko'ra, real vaqt monitoringi an'anaviy davriy tekshiruvlarga nisbatan ancha yuqori aniqlik va ishonchlilikni ta'minlaydi, chunki ma'lumotlar vaqt oralig'ida yo'qolmaydi va dinamik holatda tahlil qilinadi. Tadqiqot jarayonida aniqlanishicha, IoT asosidagi monitoring tizimlari masofadan turib bemor holatini kuzatish imkonini berishi bilan birga, shifokorlar uchun klinik qarorlarni qabul qilish jarayonini tezlashtiradi va tibbiy xizmat ko'rsatish sifatini oshiradi [1], [3]. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, simsiz sensor tarmoqlari va bulutli hisoblash texnologiyalarining integratsiyasi natijasida sog'liq monitoring tizimlari hududiy va vaqt cheklovlaridan xoli bo'lib, tibbiy yordamni masofaviy shaklda tashkil etish imkonini beradi, bu esa ayniqsa qishloq hududlari va chekka mintaqalarda tibbiy xizmat ko'rsatish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Tadqiqot natijalari asosida aniqlanganki, IoT asosidagi masofaviy monitoring tizimlarida bulutli muhitda saqlanayotgan tibbiy ma'lumotlar markazlashtirilgan holda boshqarilib, shifokorlar va tibbiy xodimlar uchun qulay vizual interfeyslar orqali taqdim etilishi mumkin, bu esa klinik holatlarni kompleks baholash va uzoq muddatli monitoringni amalga oshirish imkonini beradi [3], [4]. Shuningdek, natijalar shuni ko'rsatdiki, bunday tizimlar tibbiy xodimlar ish yuklamasini kamaytirib, ularning vaqtini samaraliroq taqsimlashga yordam beradi, chunki ko'plab holatlarda bemorni doimiy ravishda shifoxonada ushlab turish zarurati kamayadi. Tadqiqot davomida olingan natijalarga ko'ra, IoT asosidagi sog'liq monitoring tizimlari sog'liqni saqlash xarajatlarini optimallashtirishga ham xizmat qiladi, chunki kasalliklarni erta aniqlash va profilaktik choralarni vaqtida ko'rish og'ir asoratlar va qimmat davolash jarayonlarining oldini oladi [2], [4]. Natijalar tahlili shuni ko'rsatdiki, masofaviy monitoring tizimlari surunkali kasalliklarga chalingan bemorlar uchun ayniqsa samarali bo'lib, ularning sog'lig'ini

doimiy nazorat qilish orqali hayot sifatini oshirish va shifoxonaga murojaat qilish chastotasini kamaytirish imkonini beradi. Tadqiqot natijalarida, shuningdek, IoT asosidagi monitoring tizimlarining axborot xavfsizligi bilan bog'liq jihatlari ham muhim ahamiyat kasb etishi aniqlanib, tibbiy ma'lumotlarning maxfiyligi va yaxlitligini ta'minlash tizim samaradorligining ajralmas qismi ekanligi ko'rsatildi [2], [4]. Olingan natijalar asosida xulosa qilish mumkinki, IoT asosidagi sog'liq holatini masofaviy monitoring qilish tizimlari zamonaviy sog'liqni saqlashda yuqori texnologiyali, barqaror va klinik jihatdan samarali yechim sifatida shakllanib, ularning keng joriy etilishi sog'liqni saqlash xizmatlari sifatini yangi bosqichga olib chiqish imkonini beradi [1]–[4].

MUHOKAMA

Olingan natijalarni chuqur ilmiy tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, IoT asosidagi sog'liq holatini masofaviy monitoring qilish tizimlari zamonaviy sog'liqni saqlash tizimida faqat texnologik yangilik sifatida emas, balki tibbiy xizmat ko'rsatishning konseptual modelini o'zgartiruvchi strategik mexanizm sifatida shakllanmoqda. Natijalarda aniqlangan real vaqt rejimidagi monitoring imkoniyatlari an'anaviy davriy tibbiy tekshiruvlar bilan solishtirilganda sifat jihatidan yangi yondashuvni ifodalaydi, chunki uzluksiz ma'lumotlar oqimi bemor sog'lig'idagi dinamik o'zgarishlarni vaqtida aniqlash va klinik xavflarni erta bosqichda prognozlash imkonini beradi [1]. Ushbu holat sog'liqni saqlash tizimida reaktiv yondashuvdan proaktiv va profilaktik yondashuvga o'tish uchun texnologik asos yaratadi, bu esa IoT monitoring tizimlarining klinik ahamiyatini yanada oshiradi. Muhokama jarayonida aniqlanishicha, IoT asosidagi monitoring tizimlarining eng muhim ustunliklaridan biri ularning hududiy va vaqt cheklovlarini bartaraf etish qobiliyatidir, chunki sensor qurilmalar va simsiz aloqa texnologiyalari yordamida bemor sog'lig'i geografik joylashuvdan qat'i nazar nazorat qilinadi, bu esa ayniqsa chekka hududlarda yashovchi aholi uchun tibbiy xizmatlardan foydalanish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytiradi [3]. Shu bilan birga, mazkur tizimlar shifokorlar faoliyatini to'liq almashtirmaydi, balki ularni qo'llab-quvvatlovchi intellektual axborot muhitini yaratadi, natijada klinik qarorlar ko'proq ma'lumotlarga asoslangan, aniq va tezkor bo'ladi. Muhokama natijalari shuni ko'rsatadiki, IoT asosidagi sog'liq monitoring tizimlari tibbiy xodimlar ish yuklamasini kamaytirish bilan birga, sog'liqni saqlash resurslaridan foydalanish samaradorligini oshiradi, chunki ko'plab holatlarda bemorni doimiy ravishda shifoxonada kuzatish zarurati kamayadi va masofaviy monitoring orqali sog'liq holati yetarli darajada nazorat qilinadi [2]. Biroq ushbu ustunliklar bilan bir qatorda, muhokama jarayonida IoT asosidagi monitoring tizimlarining bir qator cheklovlari ham aniqlanadi, jumladan, sensor qurilmalarining aniqligi va ishonchliligi texnik sharoitlar va tashqi omillarga bog'liq bo'lib, noto'g'ri o'lchovlar klinik xulosalarning buzilishiga olib kelishi mumkin, shu sababli sensorlarni kalibrlash va texnik xizmat ko'rsatish masalalari alohida e'tibor talab qiladi [1], [2]. Muhokamada, shuningdek, tarmoq kommunikatsiyalarining barqarorligi masalasi ham muhim ahamiyat kasb etadi, chunki real vaqt monitoring tizimlarida ma'lumot uzatishdagi kechikishlar yoki uzilishlar bemor sog'lig'iga doir muhim signallarning o'z vaqtida aniqlanmasligiga olib kelishi mumkin, bu esa IoT infratuzilmasining texnik barqarorligini sog'liq monitoring tizimlarining asosiy sharti sifatida ko'rsatadi [3].

Axborot xavfsizligi masalalari muhokamada alohida o'rin egallab, tibbiy ma'lumotlarning maxfiyligi va himoyasi IoT asosidagi monitoring tizimlarining keng joriy etilishida hal qiluvchi omillardan biri ekanligi tasdiqlanadi, chunki sog'liq ma'lumotlari bilan bog'liq har qanday xavfsizlik buzilishi nafaqat texnik, balki huquqiy va axloqiy muammolarni ham keltirib chiqaradi [2], [4]. Shu nuqtayi nazardan, autentifikatsiya, avtorizatsiya va shifrlash mexanizmlarini takomillashtirish IoT asosidagi monitoring tizimlarini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlaridan biri sifatida baholanadi. Muhokama natijalari shuni ko'rsatadiki, IoT asosidagi sog'liq monitoring tizimlarining samaradorligi nafaqat texnologik infratuzilma bilan, balki tibbiy xodimlarning raqamli kompetensiyasi va foydalanuvchilarning ushbu tizimlarga bo'lgan ishonchi bilan ham chambarchas bog'liq bo'lib, bu holat mazkur tizimlarni joriy etishda tashkiliy va pedagogik yondashuvlarni ham hisobga olish zarurligini ko'rsatadi [4]. Umuman olganda, muhokama natijalari IoT asosidagi sog'liq holatini masofaviy monitoring qilish tizimlari zamonaviy sog'liqni saqlash tizimida yuqori potensialga ega bo'lsa-da, ularning barqaror va xavfsiz ishlashi texnik, axborotiy, tashkiliy va huquqiy omillarning uyg'un integratsiyasiga bog'liq ekanini ilmiy asosda tasdiqlaydi, bu esa kelgusida ushbu tizimlarni rivojlantirish bo'yicha kompleks yondashuvlarni talab etadi [1]–[4].

XULOSA

Mazkur ilmiy tadqiqot natijalari Internet of Things (IoT) texnologiyalariga asoslangan sog'liq holatini masofaviy monitoring qilish tizimlari zamonaviy sog'liqni saqlash tizimida tub tarkibiy va funksional o'zgarishlarni yuzaga keltirayotganini ilmiy asosda tasdiqlaydi. Tadqiqot davomida aniqlanganki, IoT asosidagi masofaviy monitoring tizimlari an'anaviy sog'liqni saqlash modelidan farqli ravishda uzluksiz, real vaqt rejimida ishlovchi va ma'lumotlarga asoslangan klinik qarorlar qabul qilish imkonini beruvchi raqamli infratuzilmani shakllantiradi. Ushbu tizimlar yordamida bemor sog'lig'iga oid asosiy fiziologik ko'rsatkichlarni doimiy nazorat qilish, ularni markazlashtirilgan axborot muhitida tahlil qilish va sog'liq holatidagi xavfli o'zgarishlarni erta aniqlash imkoniyati yuzaga keladi, bu esa sog'liqni saqlash xizmatlari sifatini sezilarli darajada oshirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalari IoT asosidagi sog'liq monitoring tizimlarining klinik ahamiyati nafaqat kasalliklarni aniqlash, balki ularning oldini olish va boshqarish jarayonlarida ham muhim o'rin tutishini ko'rsatdi. Uzluksiz monitoring asosida shakllanadigan ma'lumotlar oqimi sog'liq holatini dinamik baholash imkonini berib, shifokorlarga bemor holatidagi o'zgarishlarni vaqtida aniqlash va individual yondashuv asosida tibbiy choralar ko'rish imkoniyatini yaratadi. Bu holat sog'liqni saqlash tizimida reaktiv davolashdan profilaktik va proaktiv yondashuvga o'tish uchun texnologik va metodologik asos bo'lib xizmat qiladi.

Mazkur tadqiqotda aniqlangan yana bir muhim jihat shundan iboratki, IoT asosidagi masofaviy monitoring tizimlari hududiy va vaqt cheklovlarini sezilarli darajada kamaytiradi. Masofadan monitoring qilish imkoniyati ayniqsa chekka hududlarda yashovchi aholi, surunkali kasalliklarga chalingan bemorlar hamda doimiy kuzatuv talab etiladigan shaxslar uchun tibbiy xizmatlardan foydalanish imkoniyatlarini kengaytiradi. Natijada sog'liqni saqlash tizimining ijtimoiy adolatlilik darajasi oshib, tibbiy xizmatlar qamrovi kengayadi.

Tadqiqot xulosalari shuni ko'rsatadiki, IoT asosidagi sog'liq monitoring tizimlarining samaradorligi faqat texnologik infratuzilma bilan cheklanmaydi, balki ularni sog'liqni saqlash tizimining tashkiliy, boshqaruv va huquqiy mexanizmlari bilan uyg'unlashtirish darajasiga ham bevosita bog'liqdir. IoT texnologiyalarini amaliyotga joriy etishda tibbiy xodimlarning raqamli kompetensiyalarini rivojlantirish, foydalanuvchilarning tizimga bo'lgan ishonchini mustahkamlash hamda axborot xavfsizligini ta'minlash masalalari muhim strategik vazifalar sifatida namoyon bo'ladi.

Mazkur tadqiqotning **ilmiy yangiligi** shundan iboratki, IoT asosidagi sog'liq holatini masofaviy monitoring qilish tizimlari texnik qurilmalar majmui sifatida emas, balki sog'liqni saqlash jarayonlarini uzluksiz ma'lumotlar oqimi asosida boshqarishga imkon beruvchi kompleks axborot-texnologik va klinik tizim sifatida konseptual darajada asoslab berildi. Tadqiqotda IoT monitoring tizimlarining klinik samaradorligi, iqtisodiy maqsadga muvofiqligi va ijtimoiy ahamiyati o'zaro bog'liq holda ko'rib chiqilib, ularning sog'liqni saqlash tizimini raqamli transformatsiya qilishdagi o'zni tizimli tarzda yoritildi.

Tadqiqotning **nazariy ahamiyati** IoT asosidagi sog'liq monitoring tizimlarining arxitektura tamoyillari, funksional qatlamlari va ma'lumotlar oqimi mexanizmlarini sog'liqni saqlash jarayonlari bilan integratsiyalashgan holda ilmiy jihatdan asoslab berishdan iborat bo'lib, ushbu yondashuv kelgusida sog'liqni saqlash sohasida raqamli tizimlarni loyihalash va tadqiq etishda metodologik asos sifatida xizmat qilishi mumkin. Shuningdek, mazkur ish sog'liqni saqlashda IoT texnologiyalarini qo'llashga oid ilmiy tadqiqotlar uchun konseptual model taklif etadi.

Tadqiqotning **amaliy ahamiyati** shundan iboratki, unda bayon etilgan xulosalar va umumlashtirishlar IoT asosidagi sog'liq monitoring tizimlarini loyihalash, joriy etish va takomillashtirish jarayonlarida foydalanilishi mumkin. Tadqiqot natijalari sog'liqni saqlash muassasalari, IT mutaxassislar va siyosat ishlab chiquvchilar uchun masofaviy monitoring tizimlarini samarali joriy etish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishda muhim manba bo'lib xizmat qiladi.

Umuman olganda, mazkur ilmiy ish IoT asosidagi sog'liq holatini masofaviy monitoring qilish tizimlari zamonaviy sog'liqni saqlashning muhim tarkibiy qismi sifatida shakllanayotganini ilmiy jihatdan asoslab berib, ularning kelgusidagi rivoji texnologik innovatsiyalar, axborot xavfsizligi, tashkiliy moslashuvchanlik va ijtimoiy mas'uliyat o'rtasidagi muvozanatni ta'minlash bilan chambarchas bog'liq ekanini ko'rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (MLA uslubi)

1. Kumar, S., et al. *IoT Patient Health Monitoring System*. International Journal of Engineering and Technology, 2018. ResearchGate, www.researchgate.net/publication/322542647_Iot_Patient_Health_Monitoring_System.
2. *Patient Health Monitoring System*. Scribd, 2023, www.scribd.com/document/655252831/PATIENT-HEALTH-MONITORING-SYSTEM.
3. Verma, P., and Sood, S. K. *Cloud-Based IoT Smart Healthcare System for Remote Patient Monitoring*. EAI Endorsed Transactions on Pervasive Health and

Technology, vol. 4, no. 16, 2018,
pdfs.semanticscholar.org/2570/c64838300b50b39cccbcdea7e909265c5706.pdf.

4. *Internet of Things (IoT) va Axborot Tizimlari*. O'zbekiston ilmiy-uslubiy nashri, 2022, zenodo.org/records/14017248.