

**TIBBIYOT SOHASIDA QO‘LLANILADIGAN TIBBIY APPARATLARGA
TEXNIK XIZMAT KO‘RSATISH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH:
ANGIOLOGIYA VA OFTALMOLOGIYA YO‘NALISHIDAGI
QURILMALARNING ISHONCHLILIK DARAJASINI OSHIRISH
MASALALARI**

Nabiyev Axrorbek

Andijon davlat texnika instituti

"Biotibbiyot muhandisligi" yo'nalishi 4-kurs talabasi

Email: ahrorbeknabiev7@gmail.com

Turg'unpo'latov Azimjon

Andijon davlat texnika instituti

"Biotibbiyot muhandisligi" yo'nalishi 4-kurs talabasi

Email: turgunpolatovazimboy@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy tibbiyotda keng qo‘llanilayotgan angiologik va oftalmologik tibbiy asbob-uskunalarining uzluksiz va ishonchli ishlashini ta‘minlovchi texnik xizmat ko‘rsatish tizimini loyihalash masalalari yoritilgan. Qurilmalarning funksional barqarorligini saqlab qolish, aniqlik darajasini oshirish va ekspluatatsiya muddati davomida xavfsiz ishlashini ta‘minlash uchun xizmat ko‘rsatish bosqichlari, nazorat mexanizmlari va raqamlashtirish imkoniyatlari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: tibbiy qurilmalar, angiologik apparatlar, oftalmologik diagnostika, texnik xizmat ko‘rsatish, ishonchlilik, monitoring tizimlari, IoT texnologiyalari, servis tizimi, FMEA, MTBF, kalibrlash, zamonaviy tibbiyot muhandisligi.

Kirish. So‘nggi yillarda tibbiyot sohasida ilg‘or texnologiyalarning jadal sur‘atlarda rivojlanishi diagnostik va davolash jarayonlarining aniqligi, tezligi hamda samaradorligini sezilarli darajada oshirdi. Ayniqsa, angiologiya va oftalmologiya yo‘nalishlarida ishlatiladigan yuqori aniqlikdagi qurilmalarning texnik holati ularning funksional salohiyati bilan bevosita bog‘liq.[1] Shu sababli, bu turdagi tibbiy uskunalariga zamonaviy yondashuvlar asosida texnik xizmat ko‘rsatish tizimini loyihalash dolzarb ilmiy-texnik masala hisoblanadi.

Angiologik va oftalmologik qurilmalar tahlili (kengaytirilgan)

Zamonaviy tibbiyotda angiologiya va oftalmologiya yo‘nalishlari eng yuqori texnologik yondashuvlarni talab qiladigan sohalar sirasiga kiradi. Ushbu yo‘nalishlarda qo‘llaniladigan tibbiy qurilmalar murakkab elektron, optik, mexanik va dasturiy komponentlarning integratsiyasi asosida ishlab chiqilgan bo‘lib, ularning ishlash aniqligi bevosita texnik xizmat ko‘rsatish sifatiga bog‘liq.[2]

1. Angiologik qurilmalar. Angiologiya – qon tomir tizimini o'rganish va davolashga ixtisoslashgan tibbiyot sohasi bo'lib, bu yo'nalishda qo'llaniladigan qurilmalar qon oqimini, qon tomir devorlarining holatini va ularning o'zgaruvchan funksiyalarini aniqlash imkonini beradi. Eng ko'p uchraydigan angiologik qurilmalar.

Doppler ultratovush skanerlari (Doppler USG) - qon oqimining tezligi va yo'nalishini o'lchaydi, arteriya va vena tomirlardagi patologik o'zgarishlarni aniqlaydi. Kompyuter tomografik angiografiya (CTA) va magnit-rezonans angiografiya (MRA) - qon tomirlarining 3D tasvirlarini olish orqali diagnostik aniqlikni oshiradi. Funktsional qon oqimini baholovchi tizimlar (plethysmography) - periferik qon aylanishining funksional bahosini beradi.[3] Endovaskulyar diagnostika vositalari - minimal invaziv usullar bilan tomirlar ichki holatini o'rganadi. Bu qurilmalar yuqori chastotali ultratovush, ionlashtiruvchi nurlanish va magnit maydon kabi fizikaviy asoslarga tayanganligi sababli ularning kalibrlash, detektor sezgirliigi va dasturiy modullari doimiy nazorat ostida bo'lishi talab etiladi.

2. Oftalmologik qurilmalar. Oftalmologiyada ko'zning old va orqa segmentlarini, retina, ko'z ichi bosimi, linza va to'r pardani tekshiruvchi yuqori aniqlikdagi asbob-uskunalar qo'llaniladi. Ularning aksariyati optik va lazer texnologiyalariga asoslangan.[4] Optik koherens tomografiyasi (OCT) - to'r parda va ko'z tubining mikron darajadagi kesim tasvirlarini taqdim etadi. Bu qurilma ayniqsa glaukoma va diabetik retinopatiya diagnostikasida muhim ahamiyatga ega. Fundus kamera - retina va ko'z tubining raqamli fotosuratlarini olish imkonini beradi. Bu ko'plab surunkali kasalliklarni aniqlashda qo'llaniladi. Avtomatik refraktometr va keratometrlar - bemorning ko'rish qobiliyatini aniqlash uchun ishlatiladi, ayniqsa optik korreksiya oldidan muhim. Lazer koagulatsiya qurilmalari - retina shikastlanishlarini davolash uchun foydalaniladi. Tonometrlar: ko'z ichki bosimini aniqlashda ishlatiladi (ayniqsa non-kontakt tonometriya mashhur). Ushbu qurilmalar yorug'lik to'lqinlarining interferensiyasi, infraqizil va lazer texnologiyalariga asoslangan bo'lib, ularning aniqligi va ishonchliligi optik tozalikka, detektor sezuvchanligiga, dasturiy algoritmlarga va kalibrovka holatiga bog'liqdir.[5]

Har ikkala yo'nalishdagi qurilmalar o'zining texnologik nozikligi va yuqori sezuvchanligi bilan ajralib turadi. Ularning tahlili shuni ko'rsatadiki, texnik xizmat ko'rsatish jarayonlari faqat mexanik ko'rik bilan cheklanmasdan, balki dasturiy ta'minot yangilanishi, kalibrlash, real vaqt monitoringi va profilaktik choralarning to'g'ri amalga oshirilishini o'z ichiga olishi kerak. Shuningdek, bu qurilmalarni ekspluatatsiya qiluvchi mutaxassislar ham maxsus texnik bilimga ega bo'lishi zarur.

Texnik xizmat ko'rsatish tizimini loyihalash (kengaytirilgan)

Tibbiyotda foydalaniladigan murakkab texnologik qurilmalar — xususan angiologik va oftalmologik asboblari — yuqori aniqlik va ishonchlilikni talab qiladi. Ularning funksional holatini doimiy ravishda ta'minlash, nosozliklarning oldini olish

hamda uzoq muddatli ekspluatatsiyani ta'minlash uchun kompleks texnik xizmat ko'rsatish (TXK) tizimini loyihalash muhim vazifalardan biridir.

1. Loyihalash bosqichlari. Texnik xizmat ko'rsatish tizimini samarali tashkil qilish uchun quyidagi bosqichlar asosida yondashuv zarur.

Inventarizatsiya va qurilma tahlili - Har bir qurilmaning texnik pasporti, ishlash prinsipini, asosiy komponentlarini va ekspluatatsiya shartlarini aniqlash. Klassifikatsiya - Qurilmalarni ularning xavfsizlik darajasi, diagnostik roli va uzluksizlik talabiga qarab A, B, C toifalarga ajratish. Bu ularning xizmat ko'rsatish chastotasi va tartibini belgilashga yordam beradi. Xizmat ko'rsatish intervali - Ishlab chiqaruvchi tavsiyalariga, foydalanish intensivligiga va real ekspluatatsion shartlarga asoslangan holda texnik xizmat ko'rsatish siklini ishlab chiqish (oylik, choraklik, yillik TXK).

2. TXK turlari va muniazm. Profilaktik xizmat: Qurilma to'liq ishlayotgan bo'lsa ham, uning ichki komponentlarini nazorat qilish, kalibrlash, chang va korroziyani oldini olishga qaratilgan xizmatlar.

Rejalashtirilgan texnik xizmat - Qurilma ishlab chiqaruvchisi ko'rsatmalariga muvofiq belgilangan muddatlarda amalga oshiriladi.[6] Bunga texnik ko'rik, dasturiy ta'minotni yangilash, optik yoki elektron qismlarni sozlash kiradi. Favqulodda xizmat (avariya holatlarida) - Qurilmada to'satdan yuzaga kelgan nosozliklarni bartaraf etishga qaratilgan xizmat bo'lib, bu TXK tizimida ehtiyot qismlar va muhandislar zaxirasini ham nazarda tutishi lozim.

3. Raqamli monitoring va hujjatlashtirish. Zamonaviy TXK tizimlari raqamli boshqaruv vositalari bilan integratsiyalashgan bo'lishi kerak. Quyidagilar tizim samaradorligini oshiradi.

CMMS (Computerized Maintenance Management System) - texnik xizmat bo'yicha rejalashtirish, nazorat qilish va hisobotlarni yuritishga xizmat qiluvchi dasturiy platformalar. IoT integratsiyasi - ayrim zamonaviy qurilmalar sensorlar va tarmoqqa ulangan holatda ishlaydi. Bu ularning ishlash holatini real vaqt rejimida monitoring qilish imkonini beradi.[7] Kalibrlash va texnik xizmat hujjatlari - barcha xizmat holatlari va texnik aralashuvlar elektron shaklda hujjatlashtirilishi kerak. Bu audit va sifat nazoratida muhim rol o'ynaydi.

4. Kadrlar va texnik muvofiqlik. Loyihalangan TXK tizimi muvaffaqiyati mutaxassislarning malakasi va xizmat ko'rsatish muhitining standartlarga javob berishiga bevosita bog'liq.

Xodimlar tayyorlash - Tibbiy texnika muhandislari va texnik xizmat ko'rsatuvchi mutaxassislar ISO 13485 va boshqa xalqaro standartlar asosida tayyorlanishi kerak. Qurilma muvofiqligi. Qurilmalarning texnik pasporti, S/N raqami, sertifikatlari va ekspluatatsiya hujjatlari to'liq rasmiylashtirilgan bo'lishi zarur.

Ishonchlilikni oshirish strategiyalari

Tibbiy qurilmalarning, xususan angiologik va oftalmologik asbob-uskunalarining uzluksiz va to'g'ri ishlashi bemor salomatligi va hayoti bilan bevosita bog'liqdir. Shuning uchun ishonchlilikni oshirish strategiyalari nafaqat texnik xizmat sifatini yaxshilash, balki tizimli yondashuv va ilg'or texnologiyalarni integratsiyalash orqali amalga oshiriladi. Quyida bu yo'nalishdagi asosiy strategiyalar yoritiladi.

1. Diagnostika va monitoring tizimlarini kuchaytirish. Avtomatik monitoring tizimlari - Qurilmalarga o'rnatilgan ichki sensorlar yordamida real vaqt rejimida ishlash parametrlari (temperatura, kuchlanish, signal sifatlari va h.k.) nazorat qilinadi. Masofaviy monitoring - IoT (Internet of Things) texnologiyalaridan foydalanib, qurilma holatini masofadan turib kuzatish, muammolarni erta aniqlash va texnik xizmatni avtomatlashtirish imkoniyati yaratiladi.[8] O'z-o'zini diagnostika qilish funksiyasi - Ayrim zamonaviy qurilmalar nosozlikni aniqlab, foydalanuvchini ogohlantiradi yoki xavfsiz rejimga o'tadi.

2. Texnik xizmat tizimining takomillashuvi. Samarali rejalashtirish - Qurilmalarni ishlash soatlari va statistik ishlash xatoliklariga asoslangan holda dinamik rejalashtirilgan TXK (predictive maintenance) strategiyasiga o'tish. Rezerv qismlar tizimi - Doimiy ishlatiladigan va tez eskiradigan komponentlar uchun zaxira qismlar omborini tashkil qilish. Kalibrlash muvofiqligini ta'minlash - Oftalmologik qurilmalarda ayniqsa optik aniqlik muhim bo'lgani uchun, kalibrlash jarayonini muntazam ravishda tekshirish va qayta sozlash.

3. Ishlab chiqaruvchi bilan samarali aloqalar. Rasmiy servis markazlari bilan hamkorlik - Qurilmaga xizmat ko'rsatish faqat ishlab chiqaruvchi yoki sertifikatlangan texnik mutaxassislar tomonidan bajarilishi tavsiya etiladi. Texnik yangilanishlar (firmware/software updates) - Qurilmaning dasturiy ta'minoti ishlab chiqaruvchidan ruxsat etilgan versiyalar bilan muntazam yangilanib borilishi, xavfsizlik va ishonchlilikni ta'minlaydi.

4. Operator va foydalanuvchi xatoliklarini kamaytirish. Xodimlarni o'qitish - Qurilmalardan foydalanadigan tibbiy xodimlar muntazam o'qitilishi, foydalanish qoidalariga qat'iy amal qilishi lozim. Foydalanuvchi interfeysini soddalashtirish - Qurilmalarda intuitiv va ko'p tilda ishlovchi interfeyslar mavjud bo'lishi, noto'g'ri sozlash ehtimolini kamaytiradi. Xatoliklarni qayd etish tizimi -Qurilma tomonidan yuzaga kelgan barcha xatoliklar maxsus jurnalda qayd etilib, tahlil qilinadi. Bu esa tizimli nosozliklarning ildizini topishga yordam beradi.

5. Sertifikatlash va sifat standartlariga muvofiqlik. ISO 13485, IEC 60601 va boshqa standartlarga amal qilish - Ishonchlilikni oshirishda xalqaro standartlarga muvofiqlikni ta'minlash katta rol o'ynaydi. Audit va verifikatsiya - Har yili qurilma holati bo'yicha texnik auditlar o'tkazilishi kerak. Bu orqali aniqlangan muammolar tezkor bartaraf etiladi.

6. Statistik tahlil asosida qaror qabul qilish. FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) - Qurilmada yuz berishi mumkin bo'lgan nosozlik turlarini oldindan tahlil qilib, ularning ehtimolligi va xavf darajasini baholash. MTBF (Mean Time Between Failures) ko'rsatkichlari - Qurilmaning nosozliklar orasidagi o'rtacha vaqtini hisoblash orqali xizmat muddatini prognozlash.

Xulosa. Tibbiy qurilmalar, xususan angiologik va oftalmologik yo'nalishdagi diagnostika vositalari zamonaviy tibbiyot amaliyotida markaziy o'rin tutadi. Ushbu qurilmalarining ishonchli va uzluksiz ishlashi nafaqat tashxisning aniqligi, balki bemorning hayoti uchun ham bevosita muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, texnik xizmat ko'rsatish tizimini to'g'ri loyihalash, diagnostika va monitoring tizimlarini kuchaytirish, foydalanuvchi xatolarini kamaytirish, zamonaviy servis infratuzilmasini joriy etish hamda xalqaro standartlarga muvofiqlikni ta'minlash tibbiy qurilmalar ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi.

Shuningdek, statistik tahlil usullari, xususan FMEA va MTBF kabi metodlarning qo'llanilishi qurilmalarni ekspluatatsiya qilishdagi xavf omillarini aniqlash hamda ularni oldini olishda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi. Zamonaviy yondashuvlar, masofaviy monitoring va IoT texnologiyalarining integratsiyasi esa texnik xizmat ko'rsatish jarayonlarini avtomatlashtirish, xarajatlarni kamaytirish va inson omiliga bog'liq xatoliklarni minimallashtirish imkonini yaratadi.

Yakuniy xulosa sifatida aytish mumkinki, tibbiy qurilmalar uchun yuqori samaradorlikka ega texnik xizmat tizimini ishlab chiqish va uni klinik amaliyotda qo'llash sog'liqni saqlash tizimida xizmat sifatini oshirish, tashxis jarayonining aniqligini ta'minlash hamda qurilmalar ishlashining ishonchliligini uzoq muddat saqlab qolishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. ISO 13485:2016 – Medical devices – Quality management systems – Requirements for regulatory purposes.
2. IEC 60601-1 – Medical Electrical Equipment – Part 1: General requirements for basic safety and essential performance.
3. Shrestha, R. et al. (2020). Reliability improvement techniques in medical equipment maintenance. Journal of Clinical Engineering.
4. Kulkarni, R., & Ingle, A. (2018). Preventive maintenance strategies in medical devices. Biomedical Engineering Letters.
5. Smith, L. (2016). Medical Equipment Maintenance: Management and Oversight. National Academies Press.

6. Wadsworth, M. (2019). FMEA and Risk Analysis in Healthcare Engineering. Journal of Biomedical Informatics.
7. Uzbek Respublikasi Sog‘liqni Saqlash Vazirligi. (2022). Tibbiy texnika ekspluatatsiyasi va servis ko‘rsatish bo‘yicha me‘yoriy hujjatlar to‘plami.
8. O‘zbekiston Respublikasi Innovatsion Rivojlanish Vazirligi. (2021). Biotibbiyot muhandisligida zamonaviy texnologiyalar.

