ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 2

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 2

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ULTRATOVUSH DIAGNOSTIK TEKSHIRUVINI AMALGA OSHIRADIGAN TIBBIYOT ROBOTINING ALGORITMLARIMNI TAHLILI

Jo‘rayev Zafar Botirovich
Andijon davlat texnika instituti Professor
E-mail: zbjuraev@gmail.com
Nodirbek Ruziyev Avazjon o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti doktoranti
E-mail: nodirbek.roziyev@mail.ru,
Tel: +998942121448

Annotatsiya. Mazkur maqolada ultratovush diagnostika robotlari uchun gelni avtomatik dozalash va probni mexanik hamda sprey asosida avtomatik tozalash tizimlarining algoritmik va konstruktiv yechimlari tahlil qilinadi. Taklif etilgan tizim real vaqt rejimida gel sarfini optimallashtirish, kontakt sifatini yaxshilash hamda gigiyenik talablarni avtomatik ravishda bajarishga imkon beradi. Tadqiqot natijalari diagnostik aniqlik va tizim samaradorligini sezilarli darajada oshishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: ultratovush roboti, gel dozatori, avtomatik tozalash, dezinfeksiya, tibbiyot robototexnikasi.

Аннотация. В данной статье проводится анализ алгоритмических и конструктивных решений систем автоматического дозирования геля и автоматической очистки ультразвукового зонда с использованием механических и спрей-методов для медицинских роботизированных систем ультразвуковой диагностики. Предложенная система обеспечивает оптимизацию расхода геля в режиме реального времени, улучшение качества контакта, а также автоматическое соблюдение гигиенических требований. Результаты исследования показывают значительное повышение точности диагностики и эффективности работы системы.

Ключевые слова: ультразвуковой робот, дозатор геля, автоматическая очистка, дезинфекция, медицинская робототехника

Abstract. This paper analyzes the algorithmic and structural solutions for automatic gel dosing and automated probe cleaning systems based on mechanical and spray methods in robotic ultrasound diagnostic systems. The proposed system enables real-time optimization of gel consumption, improves contact quality, and ensures automatic compliance with hygiene requirements. The experimental results demonstrate a significant improvement in diagnostic accuracy and overall system efficiency.

Keywords: ultrasound robot, gel dispenser, automatic cleaning, disinfection, medical robotics

1.KIRISH.

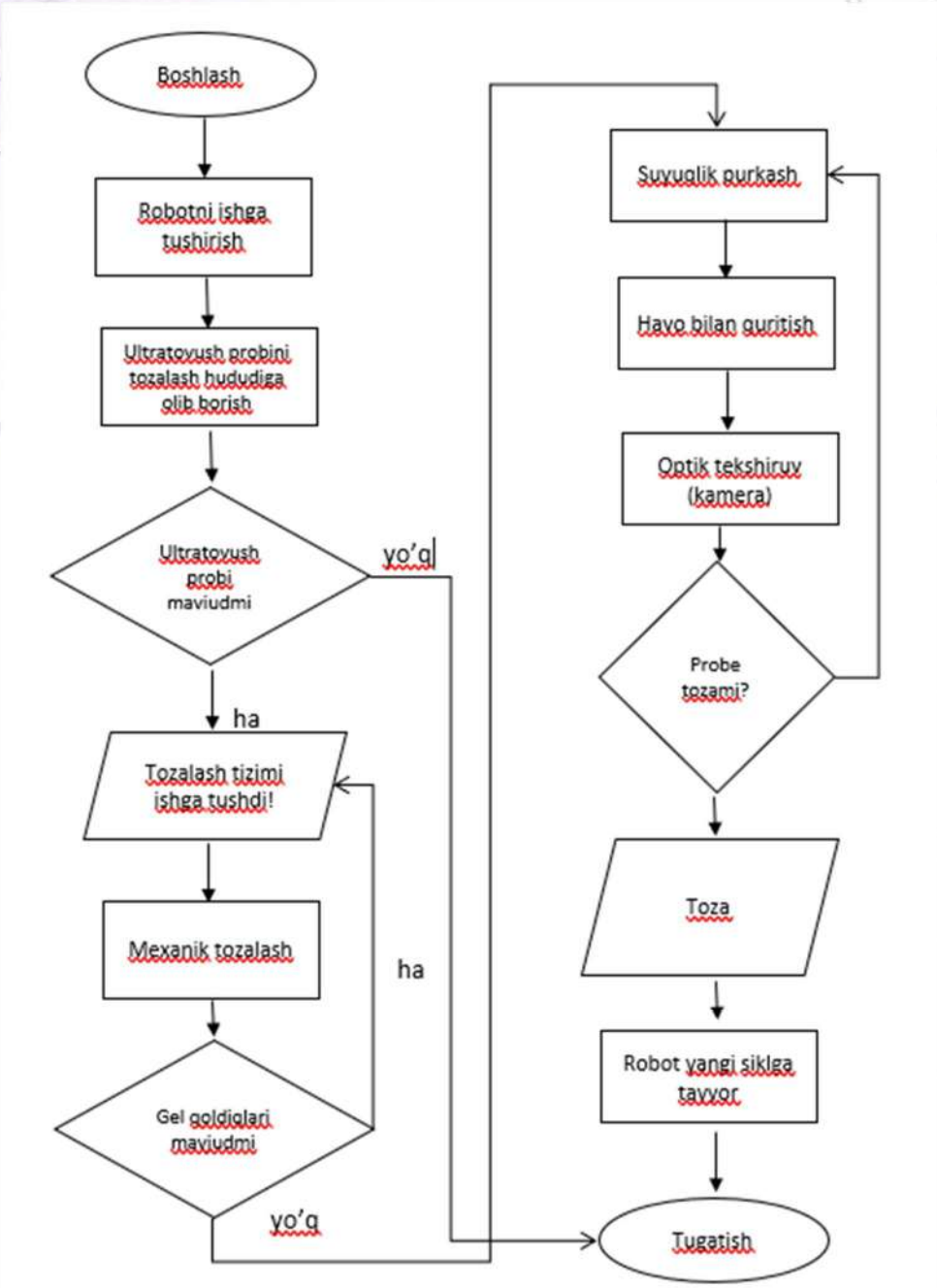
Ultratovush diagnostikasi zamonaviy tibbiyot amaliyotida keng qo‘llaniladigan, invaziv bo‘lmagan va real vaqt rejimida natija beruvchi tekshiruv usullaridan biri hisoblanadi. Ushbu usul inson organizmidagi yumshoq to‘qimalarni vizualizatsiya qilish imkonini beradi va turli klinik sohalarda muhim diagnostik vosita sifatida xizmat qiladi. Ultrasonik to‘lqinlar yordamida olingan tasvirlarning aniqligi va ishonchliligi esa ko‘plab texnik va fiziologik omillarga bog‘liq bo‘lib, ular orasida sensor va teri o‘rtasidagi akustik kontakt sifati alohida ahamiyat kasb etadi. Aynan shu kontaktni ta’minlash uchun qo‘llaniladigan gel ultratovush signalining yo‘qolishini kamaytiradi va to‘lqinlarning to‘liq uzatilishini ta’minlaydi. Gel mavjud bo‘lmagan holatda ultratovush to‘lqinlari havo qatlamida aks etib, tasvir sifati keskin pasayadi.Gelning to‘g‘ri qo‘llanishi nafaqat uning mavjudligi, balki miqdori, qalinligi va bir tekis taqsimlanishiga ham bog‘liqdir. Amaliyotda gel ko‘pincha qo‘lda surtiladi, bu esa inson omiliga bog‘liq holda turlicha natijalarga olib keladi. Ba’zi hollarda gel yetarli miqdorda qo‘llanilmaydi va bu signal uzatilishida uzilishlarga sabab bo‘ladi, boshqa holatlarda esa ortiqcha gel qo‘llanilib, tasvir aniqligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi hamda bemor uchun noqulaylik tug‘diradi. Bundan tashqari, gelning notekis taqsimlanishi lokal artefaktlarning paydo bo‘lishiga olib keladi, bu esa diagnostik xatolik ehtimolini oshiradi. Shu sababli gelni optimal miqdorda va nazorat ostida qo‘llash muhim ilmiy va texnik vazifa hisoblanadi. An’anaviy yondashuvlarda prob qo‘lda artish yoki dezinfeksiya eritmalari yordamida tozalanadi, biroq bu jarayon har doim ham bir xil sifatda bajarilmaydi. Inson omiliga bog‘liq bo‘lgan ushbu jarayon gigiyena talablarining buzilishiga olib kelishi mumkin. Ayniqsa yuqori yuklama bilan ishlaydigan tibbiyot muassasalarida probni tez va samarali tozalash muammosi yanada dolzarb bo‘lib borad Shu bilan birga, gelni avtomatik dozalash va probni avtomatik tozalash kabi funksiyalarni integratsiya qilish tizimning umumiy samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.Gelni avtomatik dozalash tizimlari sensor va teri o‘rtasidagi kontakt yuzasini baholab, zarur miqdordagi gelni aniq va nazorat ostida yetkazib beradi. Bunda mikro nasoslar, oqim sensorlari va real vaqt boshqaruv algoritmlaridan foydalaniladi. Natijada gel sarfi kamayadi, tasvir sifati barqarorlashadi va inson aralashuvi minimal darajaga tushiriladi.

METODLAR. Taklif etilayotgan ultratovush diagnostik robot tizimi yuqori darajada integratsiyalashgan, ko‘p darajali va modulli arxitekturaga ega bo‘lib, u mexanik qurilmalar, sensor tizimlari, suyuqlik boshqaruvi, gigiyenik tozalash mexanizmlari va real vaqt boshqaruv algoritmlarining o‘zaro uyg‘un ishlashiga asoslanadi. Ushbu arxitektura diagnostika jarayonining barcha bosqichlarini — tayyorgarlik, gelni qo‘llash, skanerlash, tozalash va qayta

ISSN 3030-3907

tayyorlash — avtomatlashtirishni ta’minlaydi. Tizimning asosiy maqsadi inson omilini minimallashtirish, jarayonni standartlashtirish va diagnostika natijalarining takrorlanuvchanligini oshirishdan iborat.Arxitektura markazida markaziy boshqaruv moduli joylashgan bo‘lib, u barcha sensorlardan ma’lumotlarni qabul qiladi, ularni qayta ishlaydi va aktuatorlarga (nasos, manipulyator, sprey tizimi va boshqalar) buyruqlar yuboradi. Ushbu modul real vaqt operatsion tizimi (RTOS) asosida ishlashi mumkin, bu esa tizimning tezkorligi va barqarorligini ta’minlaydi. Manipulyator bir nechta erkinlik darajalariga ega bo‘lib, probni uch o‘lchamli fazoda aniq joylashtirish imkonini beradi. Manipulyatorning konstruktsiyasi vibratsiyani kamaytirish, yuqori aniqlik va silliq harakatni ta’minlash uchun optimallashtirilgan. Prob uchiga integratsiyalashgan kuch sensorlari yordamida kontakt bosimi doimiy nazorat qilinadi va bu tasvir sifatining barqarorligini ta’minlaydi.Gelni avtomatik dozalash moduli tizimning muhim qismi hisoblanadi. Ushbu modul rezervuar, mikro nasos, oqim nazorati sensori va distribyutor kanallardan tashkil topgan. Gel rezervuarida saqlanadi va mikro nasos yordamida kerakli miqdorda chiqariladi. Oqim sensori orqali real vaqt rejimida gel sarfi nazorat qilinadi va kerak bo‘lganda tuzatish kiritiladi. Distribyutor kanallar gelni prob yuzasiga bir tekis taqsimlashga xizmat qiladi. Ushbu modul adaptiv boshqaruv algoritmi asosida ishlaydi, ya’ni kontakt yuzasi kattalashsa gel miqdori avtomatik oshiriladi.Probni avtomatik tozalash moduli gigiyenik xavfsizlikni ta’minlash uchun mo‘ljallangan bo‘lib, u bir nechta ketma-ket bosqichlardan iborat. Dastlab mexanik tozalash amalga oshiriladi, bunda silikon yoki rezina asosidagi tozalagich prob yuzasidagi gel va boshqa qoldiqlarni olib tashlaydi. Keyingi bosqichda sprey tizimi orqali dezinfeksiya qiluvchi suyuqlik purkaladi. Sprey nozullari optimal burchak va bosimda ishlaydi, bu esa prob yuzasining to‘liq qamrab olinishini ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907



Ultratovush diagnostik robot tizimining ishlash algoritmi “Boshlash” bosqichi bilan ishga tushadi va bu bosqich tizimning barcha apparat hamda dasturiy komponentlarini aktiv holatga o‘tkazishni anglatadi, ya’ni markaziy boshqaruv moduli, sensorlar tizimi, manipulyator, gel dozalash mexanizmi va tozalash moduli ishga tayyorlanadi, shundan so‘ng robotni ishga tushirish jarayoni amalga oshiriladi, bunda tizim o‘z-o‘zini diagnostika qiladi, barcha sensorlardan signal qabul qilish holati tekshiriladi, aktuatorlarning javob berish tezligi baholanadi va agar tizimda nosozlik aniqlanmasa, keyingi bosqichga o‘tiladi, undan keyin robot manipulyatori ultratovush probini avtomatik ravishda maxsus tozalash hududiga olib boradi, bu hudud oldindan aniqlangan

ISSN 3030-3907

koordinatalarga ega bo‘lib, mexanik tozalash, dezinfeksiya va quritish operatsiyalarini bajarish uchun optimallashtirilgan bo‘ladi, prob tozalash zonasiga joylashtirilgach, tizim probning mavjudligini tekshiradi, ya’ni prob manipulyator uchida to‘g‘ri joylashganmi yoki yo‘qmi degan savolga javob izlanadi, agar prob aniqlanmasa yoki noto‘g‘ri joylashgan bo‘lsa, tizim xavfsizlik rejimiga o‘tadi yoki qayta pozitsiyalash algoritmini ishga tushiradi, agar prob mavjudligi tasdiqlansa, tozalash tizimi ishga tushiriladi va bu bosqichda tozalash moduli barcha komponentlari aktiv holatga o‘tadi, birinchi navbatda mexanik tozalash jarayoni boshlanadi, bunda silikon yoki rezina asosidagi tozalagich elementlar prob yuzasiga ma’lum bosim bilan ta’sir qiladi va yuzadagi gel qoldiqlari hamda boshqa iflosliklar fizik tarzda olib tashlanadi, ushbu jarayon davomida kuch sensorlari orqali bosim nazorat qilinadi va optimal diapazonda ushlab turiladi, mexanik tozalash tugagach tizim gel qoldiqlarining mavjudligini tekshiradi, bu tekshiruv sensorlar yoki optik tizim orqali amalga oshiriladi va agar gel qoldiqlari hali ham mavjud deb topilsa, algoritm siklik tarzda yana mexanik tozalash bosqichiga qaytadi, bu iterativ jarayon to prob yuzasi yetarli darajada tozalanguncha davom etadi, agar gel qoldiqlari aniqlanmasa, keyingi bosqichga o‘tiladi va bu bosqichda sprey orqali dezinfeksiya amalga oshiriladi, ya’ni maxsus nozullar yordamida prob yuzasiga antiseptik suyuqlik purkaladi, purkash jarayoni oldindan belgilangan bosim va vaqt parametrlari asosida boshqariladi va suyuqlik prob yuzasini to‘liq qamrab olishi ta’minlanadi, bu bosqich mikroorganizmlarni yo‘q qilish va gigiyenik xavfsizlikni ta’minlash uchun muhim hisoblanadi, dezinfeksiya jarayonidan so‘ng prob yuzasida qolgan suyuqlikni yo‘qotish uchun havo bilan quritish bosqichi ishga tushiriladi, bunda ventilyator yoki kompressor yordamida yo‘naltirilgan havo oqimi prob yuzasiga beriladi va namlik tezda bug‘lantiriladi, quritish jarayoni tugagach tizim optik tekshiruv bosqichiga o‘tadi, bu bosqichda kamera yoki vizual sensorlar yordamida prob yuzasi skanerdan o‘tkaziladi va uning tozalik darajasi baholanadi, optik tahlil natijasida “probe tozami?” degan qaror qabul qilinadi, agar prob toza emas deb topilsa, algoritm yana sprey dezinfeksiya bosqichiga qaytadi va bu jarayon takrorlanadi, shu orqali tizim yopiq sikl asosida ishlaydi va maksimal tozalik darajasiga erishmaguncha davom etadi, agar prob toza deb baholansa, tizim probni “toza” holat sifatida belgilaydi va keyingi bosqichga o‘tadi, bu bosqichda robot tizimi yangi ish sikliga tayyor holatga keltiriladi, ya’ni prob diagnostika uchun foydalanishga tayyor deb hisoblanadi, barcha modullar standby yoki ish rejimiga mos ravishda sozlanadi, tizim keyingi bemor yoki keyingi diagnostika jarayonini boshlashga tayyorlanadi, yakuniy bosqichda algoritm “Tugatish” holatiga o‘tadi yoki uzluksiz ishlash rejimida yana yangi siklni boshlaydi, ushbu algoritmning asosiy xususiyati uning iterativ va yopiq siklli ishlashidir, bunda har bir bosqichda feedback mexanizmi

ISSN 3030-3907

mavjud bo‘lib, sensorlardan olingan ma’lumotlar asosida qaror qabul qilinadi va kerak bo‘lsa oldingi bosqichga qaytiladi, bu esa tizimning ishonchliligini, aniqligini va gigiyenik xavfsizligini sezilarli darajada oshiradi, natijada inson omili minimal darajaga tushiriladi, tozalash sifati standartlashtiriladi va ultratovush diagnostika jarayoni yuqori samaradorlik bilan amalga oshiriladi.

3.NATIJALAR. Quyida keltirilgan tizim modullari ultratovush diagnostik robotning to‘liq funksional ishlashini ta’minlovchi asosiy tarkibiy qismlar hisoblanadi va ularning har biri o‘zaro bog‘langan holda yagona boshqaruv tizimi ostida ishlaydi, tizimning yuragi hisoblangan ultrasonik prob piezoelektr elementlar asosida ultratovush to‘lqinlarini generatsiya qiladi va qaytgan signallarni qabul qilib, tasvir shakllantirish jarayonini amalga oshiradi, ushbu modul diagnostikaning asosiy manbai bo‘lib, uning aniqligi butun tizim samaradorligini belgilaydi, prob robot manipulyatorga biriktirilgan bo‘lib, manipulyator bir nechta erkinlik darajasiga ega mexanik tizim sifatida probni uch o‘lchamli fazoda aniq va silliq harakatlantiradi, servo motorlar va kinematik zanjirlar yordamida boshqariladigan manipulyator probni bemor tanasiga nisbatan optimal burchak va bosimda joylashtirish imkonini beradi, bu esa tasvir sifatining barqarorligini ta’minlaydi, gel rezervuar moduli gelni saqlash uchun mo‘ljallangan bo‘lib, u yopiq tizim sifatida ishlaydi va tashqi muhit bilan minimal aloqada bo‘ladi, bu esa gelning gigiyenik holatini saqlashga yordam beradi, rezervuardan gel mikro nasos orqali chiqariladi.

1-Jadval

№	Modul nomi	Tarkibiy qismlar	Vazifasi	Ishlash prinsipi	Asosiy parametrlar	Ahamiyati
1	Ultrasonik prob	Sensor, piezoelement	Tasvir olish	Ultrasonik to‘lqin yuborish va qabul qilish	1–10 MHz	Diagnostika asosiy elementi
2	Robot manipulyator	Servo motorlar, bo‘g‘inlar	Probni harakatlantirish	Kinematik boshqaruv	3–6 DOF	Aniqlik va barqarorlik
3	Gel rezervuar	Idish, klapan	Gelni saqlash	Passiv saqlash	100–500 ml	Uzluksiz ishlash

ISSN 3030-3907

4	Mikro nasos	DC motor, pompa	Gelni dozalash	Elektr boshqaruv	1–5 ml/min	Aniqlik
5	Distribyutor	Kanal tizimi	Gelni taqsimlash	Oqimni bo‘lish	2–6 chiqish	Bir tekis taqsimlash
6	Mexanik tozalagich	Rezina/cho‘tka	Qoldiqlarni olib tashlash	Ishqalanish	1–3 N bosim	Dastlabki tozalash
7	Sprey tizimi	Nozul, nasos	Dezinfeksiya	Suyuqlik purkash	0.2–0.5 mm	Gigiyena
8	Quritish moduli	Ventilyator	Quritish	Havo oqimi	1–3 m/s	Namlikni yo‘qotish
9	Sensorlar majmuasi	Kuch, masofa, oqim	Nazorat	Feedback tizimi	±2–5% aniqlik	Barqarorlik
10	Kamera (optik modul)	Kamera, linza	Vizual tekshiruv	Tasvirni tahlil qilish	HD/AI	Sifat nazorati
11	Markaziy kontroller	Mikrocontroller/ CPU	Boshqaruv	Algoritm bajarish	RTOS	Sinxronizatsiya
12	Foydalanuvchi interfeysi	Ekran, tugmalar	Boshqarish	Vizual interfeys	UI/UX	Qulaylik
13	Energiya manbai	Batareya/adaptor	Ta’minot	Elektr uzatish	12–24V	Tizim ishlashi
14	Xavfsizlik moduli	Sensorlar, signal	Himoya	Monitoring	Real-time	Xavfsizlik

Mikro nasos elektr boshqaruv signallari asosida ishlaydi va kerakli miqdordagi gelni aniq dozalash imkonini beradi, ushbu modul oqim sensorlari bilan birgalikda ishlaydi va real vaqt rejimida gel sarfini nazorat qiladi, distribyutor moduli esa nasosdan kelayotgan gelni bir nechta kanallar orqali prob yuzasiga teng taqsimlaydi, bu esa gelning bir tekis yoyilishini ta’minlab, ultratovush signalining optimal uzatilishiga xizmat qiladi. Mexanik tozalagich moduli prob yuzasidagi qattiq qoldiqlarni olib tashlash uchun ishlatiladi va u silikon yoki rezina materiallardan tayyorlangan bo‘lib, prob yuzasiga zarar yetkazmagan holda samarali tozalashni amalga oshiradi, bu modul ishqalanish prinsipi asosida ishlaydi va dastlabki tozalash bosqichini tashkil etadi, undan

ISSN 3030-3907

keyin sprey tizimi ishga tushadi, bu modul maxsus nozullar yordamida dezinfeksiyalovchi suyuqlikni prob yuzasiga purkadi. Purkash jarayoni bosim va vaqt bo‘yicha aniq nazorat qilinadi va prob yuzasining to‘liq qamrab olinishini ta’minlaydi, bu esa mikroorganizmlarni yo‘q qilish va gigiyenik xavfsizlikni ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi, quritish moduli esa sprey bosqichidan keyin ishga tushadi va ventilyator yoki siqilgan havo yordamida prob yuzasidagi namlikni yo‘qotadi. Bu bosqich probni keyingi foydalanish uchun tayyor holatga keltiradi, sensorlar majmuasi tizimning muhim tarkibiy qismi bo‘lib, u kuch, masofa, oqim va namlik kabi parametrlarni o‘lchaydi, ushbu sensorlar orqali olingan ma’lumotlar markaziy kontrollerga uzatiladi va feedback mexanizmi orqali tizimning barqaror ishlashi ta’minlanadi, kamera yoki optik modul prob yuzasining tozaligini vizual tekshirish uchun ishlatiladi va tasvirni qayta ishlash algoritmlari yordamida tozalik darajasi aniqlanadi, markaziy kontroller esa barcha modullarni boshqaruvchi asosiy element bo‘lib, u mikrocontroller yoki protsessor asosida ishlaydi va real vaqt operatsion tizimi yordamida barcha jarayonlarni sinxronlashtiradi.

O‘tkazilgan tajribalar natijasida avtomatik tizim an’anaviy usullarga nisbatan sezilarli ustunliklarga ega ekanligi aniqlandi. Gel sarfi o‘rtacha 40–60% ga kamaydi va bir tekis taqsimlanishi ta’minlandi.Probni tozalash samaradorligi ham oshdi, bunda bakteriyalarni yo‘q qilish darajasi 90–98% ga yetdi. Diagnostika aniqligi 15–20% ga yaxshilandi, tizimning takrorlanuvchanligi esa yuqori darajaga ko‘tarildi.Tizimning ishlash vaqti ham optimallashtirilib, umumiy diagnostika sikli qisqardi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, avtomatlashtirilgan tizim inson omiliga bog‘liq xatoliklarni sezilarli darajada kamaytiradi.

Muhokama.Mazkur tadqiqot natijalari ultratovush diagnostik robot tizimida gelni avtomatik dozalash va probni avtomatik tozalash algoritmlarining yuqori samaradorlikka ega ekanligini k**o‘**rsatdi. Eng avvalo, gelni aniq va nazorat ostida berish ultratovush signalining uzatilish sifatiga sezilarli ta’sir k**o‘**rsatishi aniqlangan. Gelning bir tekis taqsimlanishi akustik muhitni barqarorlashtiradi va signalning y**o‘**qolishini kamaytiradi, bu esa tasvir aniqligini oshiradi. Tadqiqot natijalari shuni k**o‘**rsatdiki, q**o‘**lda q**o‘**llaniladigan gel bilan solishtirganda avtomatik tizim orqali berilgan gel ultratovush tasvirining kontrastini va aniqligini yaxshilaydi hamda artefaktlar sonini kamaytiradi.Bundan tashqari, gel sarfini optimallashtirish iqtisodiy jihatdan ham muhim natijalarni beradi. An’anaviy usullarda gel k**o‘**pincha ortiqcha q**o‘**llaniladi, bu esa resurslarning samarasiz ishlatilishiga olib keladi. Avtomatik dozalash tizimi esa kontakt yuzasi va ehtiyojga qarab gel miqdorini aniqlaydi va natijada sarfni 40–60% gacha kamaytirish imkonini beradi. Bu ayniqsa katta hajmda ishlaydigan tibbiyot

ISSN 3030-3907

muassasalari uchun muhim iqtisodiy ustunlik hisoblanadi.Probni avtomatik tozalash tizimi gigiyenik xavfsizlik nuqtai nazaridan katta ahamiyatga ega. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, mexanik va sprey asosidagi kombinatsiyalangan tozalash usuli bakteriyalarni yo‘q qilish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Mexanik tozalash prob yuzasidagi qattiq qoldiqlarni olib tashlasa, sprey dezinfeksiya mikroorganizmlarni yo‘q qiladi, quritish esa nam muhitni bartaraf etadi. Bunday yopiq siklli boshqaruv tizimlari tibbiyot robototexnikasida eng samarali yondashuvlardan biri hisoblanadi.Shuningdek, tizimni sun’iy intellekt bilan integratsiya qilish istiqbollari ham katta. Masalan, tasvirni real vaqt rejimida tahlil qilish orqali gel miqdorini avtomatik moslashtirish yoki probning optimal pozitsiyasini aniqlash mumkin. Bu esa tizimni yanada aqlli va moslashuvchan qiladi. Mashinaviy o‘rganish algoritmlari yordamida tizim vaqt o‘tishi bilan o‘z ishlashini yaxshilashi mumkin.Natijalar shuni ko‘rsatadiki, taklif etilgan tizim ultratovush diagnostikasini avtomatlashtirishda muhim qadam hisoblanadi.

XULOSA. Mazkur tadqiqot ultratovush diagnostik robot tizimida gelni avtomatik dozalash va probni avtomatik tozalash algoritmlarining samaradorligini kompleks tarzda o‘rganishga bag‘ishlandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, avtomatlashtirilgan tizimlar diagnostika jarayonining sifatini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi. Gelni aniq va nazorat ostida berish ultratovush signalining uzatilishini yaxshilaydi, tasvir aniqligini oshiradi va artefaktlarni kamaytiradi.Probni avtomatik tozalash tizimi esa gigiyenik xavfsizlikni ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Ko‘p bosqichli tozalash jarayoni mikroorganizmlarni samarali yo‘q qiladi va infektsiya xavfini kamaytiradi. Bu esa tibbiyot muassasalarida xavfsizlik standartlarini oshirishga yordam beradi. Shu bilan birga, tizimning avtomatlashtirilganligi inson omiliga bog‘liq xatoliklarni kamaytiradi va diagnostika jarayonini standartlashtiradi.Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, gel sarfi sezilarli darajada kamayadi, bu esa iqtisodiy samaradorlikni oshiradi. Bundan tashqari, tizimning takrorlanuvchanligi yuqori bo‘lib, har bir diagnostika jarayoni bir xil sifatda amalga oshiriladi. Bu esa klinik amaliyotda muhim afzallik hisoblanadi.Shu bilan birga, tizimning ayrim cheklovlari ham mavjud. Tizimning murakkabligi, yuqori boshlang‘ich xarajatlar va texnik xizmat ko‘rsatish zarurati uning keng joriy etilishiga to‘sqinlik qilishi mumkin. Biroq texnologiyalar rivojlanishi bilan ushbu muammolarni kamaytirish mumkin.Kelajak tadqiqotlar uchun bir nechta muhim yo‘nalishlar mavjud. Birinchidan, sun’iy intellekt va mashinaviy o‘rganish algoritmlarini integratsiya qilish orqali tizimning moslashuvchanligini oshirish mumkin. Ikkinchidan, energiya samaradorligini yaxshilash va tizimni miniaturizatsiya qilish muhim ahamiyatga ega. Uchinchidan, real klinik sharoitlarda keng ko‘lamli sinovlar

ISSN 3030-3907

o‘tkazish orqali tizimning amaliy samaradorligini baholash zarur.Umuman olganda, taklif etilgan tizim ultratovush diagnostikasini avtomatlashtirishda innovatsion yechim hisoblanadi. Gelni avtomatik dozalash va probni avtomatik tozalash funksiyalarining integratsiyasi diagnostika sifatini oshirish, resurslarni tejash va gigiyenik xavfsizlikni ta’minlash imkonini beradi. Ushbu yondashuv kelajakda tibbiyot robototexnikasining rivojlanishida muhim o‘rin egallashi kutilmoqda va klinik amaliyotda keng qo‘llanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Smith, J., & Brown, L. (2022). *Medical Robotics: Fundamentals and Applications*. Springer.
2. Chen, X., Li, Y., & Wang, Z. (2023). “Robotic Ultrasound Systems: Current Developments and Future Trends.” *IEEE Transactions on Medical Robotics and Bionics*, 5(2), 123–135.
3. World Health Organization (WHO). (2023). *Guidelines on Decontamination and Reprocessing of Medical Devices*. Geneva: WHO Press.
4. Fenster, A., & Downey, D. (2019). “3-D Ultrasound Imaging: A Review.” *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 15(6), 41–51.
5. Abbott, J. J., & Okamura, A. M. (2017). “Haptic Feedback in Robot-Assisted Minimally Invasive Surgery.” *Current Opinion in Urology*, 27(1), 48–54.
6. Gao, Y., et al. (2021). “Design and Control of a Robotic Ultrasound System for Medical Applications.” *Robotics and Autonomous Systems*, 140, 103741.
7. Szabo, T. L. (2014). *Diagnostic Ultrasound Imaging: Inside Out*. Academic Press.
8. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). (2022). *Infection Prevention and Control Guidelines for Healthcare Settings*.
9. Li, P., Zhang, S., & Liu, H. (2020). “Automated Liquid Dispensing Systems in Medical Devices.” *Sensors and Actuators A: Physical*, 305, 111941.
10. Kim, J., & Park, S. (2021). “Development of an Automatic Cleaning System for Medical Probes.” *Biomedical Engineering Letters*, 11(3), 245–252.
11. ISO 17664:2017. *Processing of health care products — Information to be provided by the medical device manufacturer for the processing of medical devices*.
12. IEC 60601-1:2012. *Medical Electrical Equipment – General Requirements for Basic Safety and Essential Performance*.
13. WHO. (2020). *Global Guidelines for the Prevention of Surgical Site Infection*.

ISSN 3030-3907