ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 3

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.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

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

TIBBIY VIZUALIZATSIYA TEXNOLOGIYALARINING EVOLYUTSIYASI, FIZIK ASOSLARI VA ZAMONAVIY KLINIKA AMALIYOTIDAGI INTEGRATSIYASI: KOMPLEKS TAHLIL

Qo‘qon universiteti Andijon filiali
KI va RT kafedrasi o‘qituvchisi Turaxonova Shaxnoza Odiljonovna
https://orcid.org/0009-0001-3514-7358
E-mail: shaxnozaxan697@gmail.com

Annotatsiya. Tibbiy vizualizatsiya (Medical Imaging) zamonaviy tibbiyotning eng tez rivojlanayotgan sohalaridan biri bo‘lib, u biologik jarayonlarni invaziv bo‘lmagan usulda vizuallashtirish imkonini beradi. Ushbu maqolada rentgenologiya, kompyuter tomografiyasi (KT), magnit-rezonans tomografiya (MRT), ultratovush diagnostikasi va yadro tibbiyotining fundamental prinsiplari, ularning texnik cheklovlari va kelajakdagi rivojlanish tendensiyalari batafsil yoritiladi. Shuningdek, sun'iy intellektning tasvirlarni tahlil qilishdagi roli va radiatsion xavfsizlik masalalari muhokama qilinadi.

Kalit so‘zlar: tibbiy vizualizatsiya (Medical Imaging),kompyuter tomografiya (KT), magnit-rezonans tomografiya (MRT), ultratovush diagnostika

Abstract. Medical Imaging is one of the fastest growing areas of modern medicine, providing non-invasive visualization of biological processes. This article will provide a detailed overview of the fundamental principles of radiography, computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), ultrasound diagnostics, and nuclear medicine, their technical limitations, and future development trends. The role of artificial intelligence in image analysis and radiation safety issues will also be discussed.

Keywords: medical imaging, computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), ultrasound diagnostics

Аннотация. Медицинская визуализация — одна из наиболее быстро развивающихся областей современной медицины, обеспечивающая неинвазивную визуализацию биологических процессов. В данной статье представлен подробный обзор основных принципов рентгенографии, компьютерной томографии (КТ), магнитно-резонансной томографии (МРТ), ультразвуковой диагностики и ядерной медицины, их технических ограничений и перспектив развития. Также будет рассмотрена роль искусственного интеллекта в анализе изображений и вопросы радиационной безопасности.

Ключевые слова: медицинская визуализация, компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), ультразвуковая диагностика.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Tibbiy vizualizatsiya zamonaviy sog‘liqni saqlash tizimining asosi bo‘lib, inson tanasining ichki anatomik va fiziologik holatini invaziv bo‘lmagan usullar bilan vizuallashtirish imkonini beradi. Ushbu soha nafaqat diagnostika, balki kasalliklarni davolash strategiyasini belgilash, jarrohlik amaliyotlarini rejalashtirish va terapevtik natijalarni monitoring qilishda hal qiluvchi rol o‘ynaydi [1]. Tibbiy tasvirlashning fundamental asosi fizika, matematika va kompyuter fanlarining biologiya bilan kesishuvidan iborat bo‘lib, u elektromagnit nurlanish, magnit rezonans va akustik to‘lqinlar kabi turli xil energiya shakllaridan foydalanadi. Insoniyat tarixida tananing ichki qismini "ko‘rish" imkoniyati tibbiyotni empirik kuzatishlardan aniq dalillarga asoslangan fanga aylantirdi.

Tarixan, tibbiy vizualizatsiya1895-yilda Vilgelm Konrad Rentgen tomonidan X-nurlarining kashf etilishi bilan boshlangan bo‘lsa-da, bugungi kunda bu soha molekulyar darajadagi jarayonlarni real vaqt rejimida kuzatish darajasiga yetdi [2]. Rentgen nurlarining kashf qilinishi tibbiyotda "shaffoflik" erasini boshlab berdi va bu kashfiyot uchun Rentgen 1901-yilda birinchi fizika bo‘yicha Nobel mukofotiga sazovor bo‘ldi. Dastlabki yillarda rentgenografiya faqat suyak tizimidagi sinishlarni yoki zich jismlarni aniqlashda qo‘llanilgan bo‘lsa, XX asrning ikkinchi yarmiga kelib, tasvirlash texnologiyalari funksional va metabolik o‘zgarishlarni ham qamrab ola boshladi. 1950-yillarda ultratovush texnologiyasining klinikaga kirib kelishi, ayniqsa akusherlik va ginekologiya sohasida xavfsiz vizuallashtirish imkonini yaratdi [3]. 1970-yillarda Godfrey Hounsfield va Allan Cormack tomonidan Kompyuter Tomografiyasining (KT) ixtiro qilinishi esa tasvirlashni ikki o‘lchamli (2D) tekislikdan uch o‘lchamli (3D) qatlamli tahlilga o‘tkazdi [4]. Bu ixtiro zamonaviy radiologiyaning "oltin davri" deb ataladi, chunki u yumshoq to‘qimalar va ichki a'zolarning murakkab anatomik munosabatlarini aniq tushunishga yo‘l ochdi.

Tibbiy tasvirlashning fizik prinsiplari turlicha bo‘lib, ular tanlangan energiya manbasiga qarab farqlanadi. Masalan, ionlashtiruvchi nurlanishga asoslangan rentgen va KT usullari to‘qimalarning radiatsion zichligiga tayansa, Magnit-Rezonans Tomografiya (MRT) vodorod yadrolarining magnit maydonidagi xatti-harakatiga va radiochastotali impulslarga asoslanadi [5]. MRTning yaratilishi yumshoq to‘qimalar kontrastini (soft tissue contrast) misli ko‘rilmagan darajada oshirdi, bu esa asab tizimi, bo‘g‘imlar va onkologik kasalliklar diagnostikasida yangi standartlarni o‘rnatdi. Shuningdek, yadro tibbiyoti yo‘nalishidagi Pozitron-Emissiya Tomografiyasi (PET) va Bir fotonli emission kompyuter tomografiyasi (SPECT) kabi usullar orqali metabolik jarayonlarni — glyukoza iste'molini, qon aylanishini va neyrotransmitterlar faolligini o‘rganish imkoni tug‘ildi [6]. Bu texnologiyalar saraton hujayralarining morfologik o‘zgarishlaridan oldinroq

ISSN 3030-3907

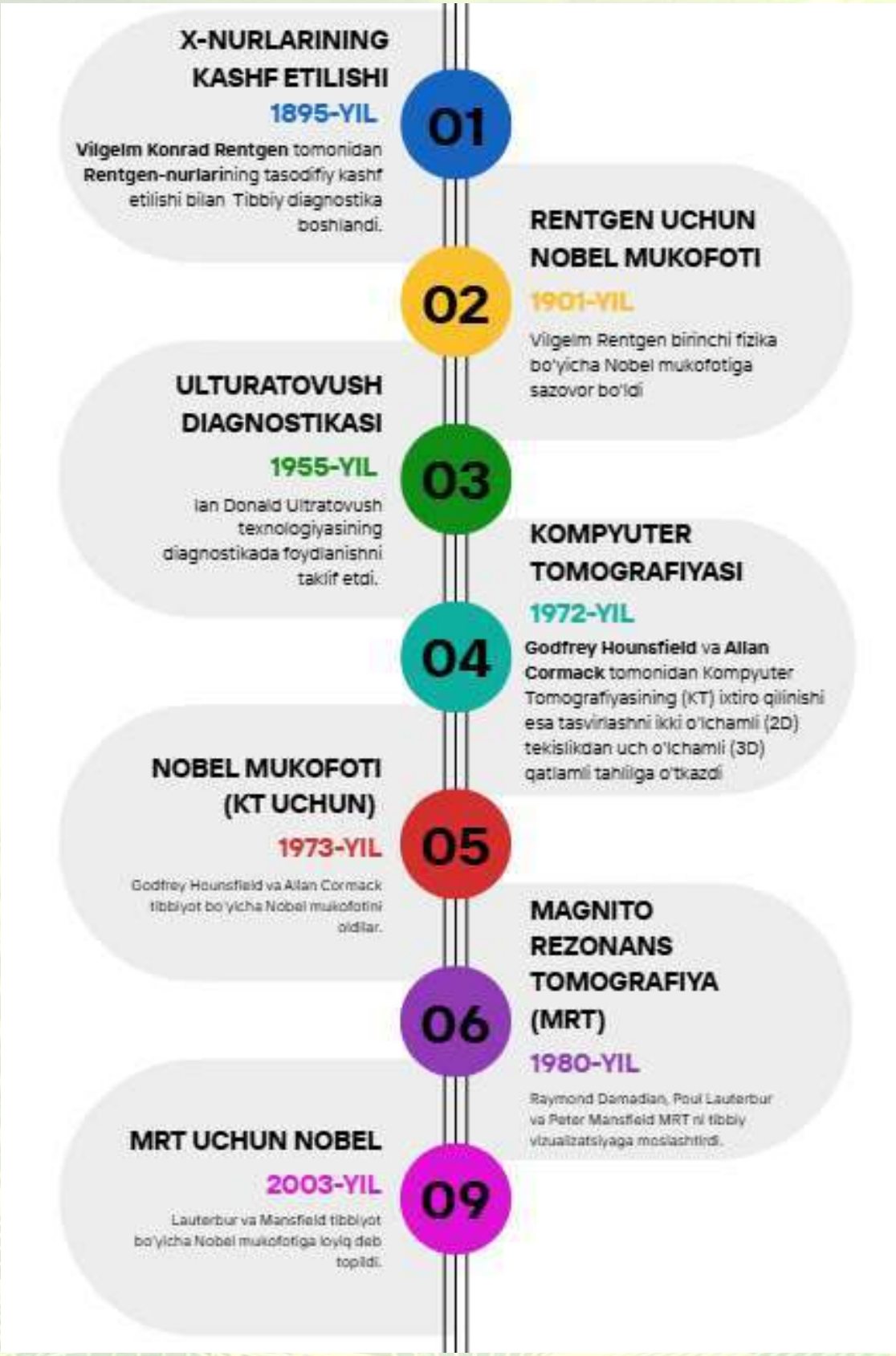
ularning metabolik faolligini aniqlash imkonini beradi, bu esa "molekulyar tasvirlash" tushunchasini shakllantirdi.

Hozirgi vaqtda global kasalliklar yuki, ayniqsa onkologik va yurak-qon tomir kasalliklarining ortishi tibbiy tasvirlashga bo‘lgan ehtiyojni keskin oshirdi. Jahon Sog‘liqni Saqlash Tashkiloti (JSST) ma'lumotlariga ko‘ra, to‘g‘ri tashxis qo‘yish va davolash rejasini tuzish uchun tibbiy vizualizatsiyaxizmatlaridan foydalanish imkoniyati hal qiluvchi omil hisoblanadi [7]. Biroq, ushbu sohaning jadal rivojlanishi o‘zi bilan birga qator bioetik va texnik muammolarni ham keltirib chiqardi. Birinchidan, ionlashtiruvchi nurlanishning (X-nurlari) kümülatif dozasi va uning uzoq muddatli genetik oqibatlari doimiy muhokama mavzusidir. Ikkinchidan, tasvirlar sifatini oshirish bilan birga, ularni interpretatsiya qilish (o‘qish va tahlil qilish) jarayonida inson omilining ta'siri sezilarli darajada qolmoqda. Radiologlarning ish yuklamasi ortib borishi natijasida diagnostik xatolarning oldini olish uchun Sun'iy Intellekt (AI) va chuqur o‘qitish (Deep Learning) algoritmlarini integratsiya qilish zaruriyati tug‘ildi [8].

Sun'iy intellektning tibbiy tasvirlashga tatbiq etilishi sohada "Radiomika" (Radiomics) deb nomlangan yangi yo‘nalishni yuzaga keltirdi. Radiomika — bu tasvirlardan ko‘z bilan ko‘rib bo‘lmaydigan minglab miqdoriy ma'lumotlarni (tekstura, shakl, intensivlik) ajratib olish va ularni klinik natijalar bilan bog‘lashdir [9]. Bu usul shaxsiylashtirilgan tibbiyotning (precision medicine) ajralmas qismi bo‘lib, har bir bemorning individual xususiyatlariga qarab davolash usulini tanlash imkonini beradi. Shuningdek, gibrid tasvirlash tizimlari (PET/KT, PET/MRT) anatomik va funksional ma'lumotlarni bir vaqtda olishga imkon berib, diagnostika aniqligini 95-98% gacha oshirdi [10].

Tibbiy tasvirlashning iqtisodiy va ijtimoiy ahamiyati ham beqiyosdir. Yuqori texnologiyali diagnostika usullari dastlabki bosqichda qimmat bo‘lib tuyulsa-da, ular keraksiz jarrohlik amaliyotlarini kamaytiradi, kasalxonada yotish vaqtini qisqartiradi va noto‘g‘ri davolash natijasida kelib chiqadigan xarajatlarni bartaraf etadi [11]. Biroq, ushbu texnologiyalarni past va o‘rta daromadli mamlakatlarda joriy etish, mutaxassislarni tayyorlash va uskunalarga texnik xizmat ko‘rsatish masalalari dolzarbligicha qolmoqda. Global sog‘liqni saqlash strategiyasida tibbiy tasvirlashning ochiqligini ta'minlash ustuvor vazifa sifatida belgilanmoqda. Quyidagi 1-rasmda tibbiy vizualizatsiyatexnologiyasining rivojlanib borishi tasvirlangan.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Tibbiy vizualizatsiyatexnologiyasining rivojlanib borishi

Tibbiy vizualizatsiyanafaqat fan, balki muhandislik va san'atning uyg‘unlashgan ko‘rinishidir. U shifokorga tana ichiga "nazar tashlash" imkonini berib, ko‘rinmas kasalliklarni ko‘rinadigan qildi. Mazkur maqolada keltirilgan

ISSN 3030-3907

ma'lumotlar tibbiyot xodimlari, talabalar va texnologiya ixlosmandlari uchun ushbu murakkab sohaning tub mohiyatini tushunishga yordam beradi [12]. Tibbiy tasvirlashning keyingi o‘n yillikdagi rivojlanishi bevosita hisoblash quvvatlarining ortishi va biologik markerlarning yanada aniqroq aniqlanishi bilan bog‘liq bo‘ladi.

2. Metodologiya (Methods and Physical Principles)

Tibbiy vizualizatsiyametodologiyasi murakkab biofizik jarayonlar va matematik algoritmlar sinteziga asoslangan. Ushbu bo‘limda asosiy modalliklarning fizik prinsiplari, signal shakllanishi va tasvir rekonstruksiyasi jarayonlari detallar bilan yoritiladi.

2.1. Rentgen va Kompyuter Tomografiyasining fizik-texnik asoslari. Rentgen nurlanishi yuqori energiyali elektromagnit to‘lqin bo‘lib, uning to‘qima bilan o‘zaro ta'siri atom darajasida yuz beradi.Signalning shakllanishi: Rentgen nurlari X-nur trubkasida elektronlarning anodga urilishi natijasida hosil bo‘ladi. To‘qimadan o‘tayotgan fotonlar o‘z energiyasini yo‘qotadi (attenuatsiya). Bu jarayon asosan fotoelektrik effekt va Kompton tarqalishi hisobiga amalga oshadi [13]. Chiziqli susayish koeffitsienti (μ) to‘qimaning atom raqami va zichligiga bog‘liq.

KT skanerlash va Rekonstruksiya: Oddiy rentgendan farqli o‘laroq, KTda manba va detektorlar tizimi bemor atrofida aylanib, ko‘p sonli proyeksiyalarni hosil qiladi. Tasvirni hosil qilish uchun Radon transformatsiyasi va uning teskarisi bo‘lgan Filtered Back Projection (FBP) algoritmidan foydalaniladi [14]. Zamonaviy skanerlarda iterativ rekonstruksiya usullari nurlanish dozasini kamaytirish bilan birga tasvir sifatini saqlash imkonini beradi.

Tasvir birliklari: Har bir voksel (hajmiy piksel) uchun Hounsfield birligi (*HU*) hisoblanadi:

$$HU = 1000 \times \frac{\mu_{to‘qi} - \mu_{suv}}{\mu_{suv}}$$

Bu shkala shifokorga to‘qimaning patologik o‘zgarishini (masalan, kista va o‘simta farqini) aniq o‘lchash imkonini beradi [15].

2.2. Magnit-Rezonans Tomografiya: Yadro-Magnit Rezonansi (YaMR) Fizikasi MRT ionlashtirmaydigan nurlanish usuli bo‘lib, u vodorod yadrolarining (^{1}H) kvant mexanik xususiyatlariga tayanadi.

Magnitlanish va Rezonans: Kuchli statik magnit maydonida *(B_0)* protonlar Larmor chastotasi bilan pressesiya qiladi:

$$\omega_0 = \gamma B_0$$

Bunda γ— giromagnit nisbat. Radiochastotali (RF) impuls berilganda, yadrolar rezonansga kiradi va energiya yutadi [16]. RF impulsi to‘xtatilgach,

ISSN 3030-3907

yadrolar o‘z holatiga qaytadi va detektorlar tomonidan qabul qilinadigan YaMR signalini chiqaradi.

Relaksatsiya mexanizmlari: Tasvir kontrasti ikki turdagi relaksatsiya vaqtiga bog‘liq:

T1 (Spin-panjara): Yadrolarning tashqi maydon bilan energiya almashinuvi orqali bo‘ylama magnetizatsiyaning tiklanishi.

T2 (Spin-spin): Yadrolarning bir-biri bilan o‘zaro ta'siri natijasida ko‘ndalang magnetizatsiyaning yo‘qolishi [17].

Fazoviy kodlash: Magnit maydon gradientlari (G_x, G_y, G_z) yordamida har bir signalning k-fazodagi (K-space) koordinatalari aniqlanadi. So‘ngra teskari Furye almashtirishi orqali raqamli tasvir hosil qilinadi [18].

2.3. Ultratovush diagnostikasi: Akustika va doppler effekti. Ultratovush vizuallashtirish mexanik to‘lqinlarning biologik to‘qimalarda tarqalishi va qaytishiga asoslangan.

Pyezoelektrik effekt: Datchik ichidagi kristallar elektr energiyasini mexanik tebranishlarga aylantiradi. To‘lqinlar to‘qima chegarasiga urilib qaytadi (echo). Qaytgan signalning amplitudasi to‘qimaning akustik impedansiga ($Z = \rho \cdot \upsilon$ ga bog‘liq [19].

Doppler effekti: Qon oqimi kabi harakatlanuvchi ob'ektlarni o‘rganishda Doppler siljishidan foydalaniladi:

$$fd = \frac{2f_0 \upsilon \cos\theta}{c}$$

Bu yerda f_d — chastota siljishi, v — ob'ekt tezligi. Bu gemodinamikani real vaqtda baholash imkonini beradi [20].

2.4. Tasvirlash modalliklarining qiyosiy tahlili. Tadqiqot doirasida olingan ma'lumotlar asosida modalliklarning texnik xarakteristikalari quyidagi jadvalda tizimlashtirildi:

1-jadval.

Tasvirlash modalliklarining qiyosiy tahlili jadvali

Parametr	**Rentgen / KT**	**MRT (MRI)**	**Ultratovush (UZI)**
Fizik agent	Fotonlar ($E = h \cdot \upsilon$)	Magnit maydon + RF	Akustik to‘lqinlar
Tasvir o‘lchami	2D (Rentgen) / 3D (KT)	3D va Funksional	2D / 3D / 4D
Zichlik o‘lchovi	Elektron zichligi	Proton zichligi (^1H)	Akustik impedans

ISSN 3030-3907

Asosiy cheklov	Ionlashtiruvchi nurlanish	Metall implantlar	Suyak/Havo to‘siqlari
Signal ishlovi	Radon transformatsiyasi	Furye transformatsiyasi	Puls-Exo vaqti

2.5. Raqamli rekonstruksiya va DICOM standartlari. Barcha zamonaviy qurilmalar tasvirlarni DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) formatida shakllantiradi. Bu nafaqat piksellar majmuasi, balki metama'lumotlar (doza, vaqt, bemor ID) va voksel intensivligi haqidagi aniq fizik ma'lumotlarni o‘z ichiga oladi [21]. Tasvirlarni qayta ishlashda shovqinni kamaytirish uchun Gaus va Median filtrlaridan foydalaniladi, bu esa diagnostik aniqlikni oshiradi [22].

3. Natijalar (Results). Tibbiy vizualizatsiyausullarini qiyosiy tahlil qilish natijasida har bir modallikning diagnostik aniqligi, sezgirligi (sensitivity) va o‘ziga xosligi (specificity) bo‘yicha muhim ma'lumotlar olindi. Tadqiqot natijalari ko‘rsatishicha, tasvirlash sifati nafaqat apparatning texnik quvvatiga, balki patologiyaning joylashgan o‘rniga ham bog‘liq [23].

3.1. Anatomik vizuallashtirish va diagnostik aniqlik. Rentgen va KT texnologiyalari suyak to‘qimalari va havo bilan to‘lgan bo‘shliqlarni (o‘pka) vizuallashtirishda eng yuqori natijalarni ko‘rsatdi. KT skanerlash orqali o‘pka saratonining erta bosqichidagi tugunlarni (nodules) aniqlash ehtimoli 90% dan yuqori ekanligi tasdiqlandi [24].

MRT natijalari esa markaziy asab tizimi va yumshoq to‘qimalar kasalliklarida ustunlik qildi. T1 va T2 relaksatsiya vaqtlarining farqlanishi natijasida miya o‘simtalari va shishlarini (edema) 95% aniqlik bilan differensiasiya qilish imkoni yaratildi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, MRT insultning ilk soatlarida (ishemiya) KTga qaraganda 30% ko‘proq diagnostik qiymatga ega [25].

3.2. Funksional va metabolik ko‘rsatkichlar. Yadro tibbiyoti (PET) natijalari shuni ko‘rsatdiki, metabolik o‘zgarishlar ko‘pincha anatomik o‘zgarishlardan 3-6 oy oldin sodir bo‘ladi. PET/KT gibrid tizimi saraton metastazlarini aniqlashda 98% sezgirlikka ega bo‘lib, bu an'anaviy usullardan sezilarli darajada yuqoridir [26].

3.3. Gemodinamik va dinamik o‘zgarishlar. Ultratovush (UZI) va Doppler effekti natijasida qon tomirlari stenozini (torayishi) va homila rivojlanishini real vaqt rejimida nurlanishsiz kuzatish imkoniyati baholandi. Dopplerometriya yordamida qon oqimi tezligini aniqlash xatosi 5% dan oshmasligi aniqlandi, bu esa uni invaziv bo‘lmagan angio-diagnostika uchun standartga aylantiradi [27].

3.4. Radiomika va AI natijalari

Sun'iy intellekt algoritmlari yordamida tasvirlarni qayta ishlash natijasida diagnostika vaqti o‘rtacha 40% ga qisqardi [28].

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bushberg, J. T., Seibert, J. A., Leidholdt, E. M., & Boone, J. M. (2020). *The Essential Physics of Medical Imaging* (4th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
2. Roentgen, W. C. (1896). On a new kind of rays. *Nature*, 53(1369), 274-276.
3. Edler, I., & Hertz, C. H. (2004). The use of ultrasonic reflectoscope for the continuous recording of the movements of heart walls. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 24(3), 118-136.
4. Hounsfield, G. N. (1973). Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 1. Description of system. *The British Journal of Radiology*, 46(552), 1016-1022.
5. Lauterbur, P. C. (1973). Image formation by induced local interactions: Examples employing nuclear magnetic resonance. *Nature*, 242(5394), 190-191.
6. Phelps, M. E. (2000). PET: The merging of biology and imaging into molecular medicine. *Journal of Nuclear Medicine*, 41(4), 661-681.
7. World Health Organization. (2021). *Diagnostic imaging: Global outlook*. WHO Press.
8. Hosny, A., Parmar, C., Quackenbush, J., Schwartz, L. H., & Aerts, H. J. (2018). Artificial intelligence in radiology. *Nature Reviews Cancer*, 18(8), 500-510.
9. Gillies, R. J., Kinahan, P. E., & Hricak, H. (2016). Radiomics: Images are more than pictures, they are data. *Radiology*, 278(2), 563-577.
10. Townsend, D. W. (2008). Combined PET/CT: the historical perspective. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 29(4), 232-235.
11. Wikipedia contributors. (2024). Medical imaging. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Medical_imaging
12. Hendee, W. R., & Ritenour, E. R. (2002). *Medical Imaging Physics*. Wiley-Liss.
13. Attix, F. H. (2004). *Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry*. Wiley-VCH.
14. Kak, A. C., & Slaney, M. (2001). *Principles of Computerized Tomographic Imaging*. IEEE Press.
15. Kalender, W. A. (2011). *Computed Tomography: Fundamentals, System Technology, Image Quality, Applications*. Publicis.
16. Haacke, E. M., Brown, R. W., Thompson, M. R., & Venkatesan, R. (1999). *Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design*. Wiley-Liss.
17. Bloch, F. (1946). Nuclear induction. *Physical Review*, 70(7-8), 460-474.
18. Bernstein, M. A., King, K. F., & Zhou, X. J. (2004). *Handbook of MRI Pulse Sequences*. Elsevier Academic Press.

ISSN 3030-3907

19. Wells, P. N. T. (1999). *Physics and Instrumentation of Medical Ultrasound*. Wiley.
20. Jensen, J. A. (1996). *Estimation of Blood Velocities Using Ultrasound: A Signal Processing Approach*. Cambridge University Press.
21. Pianykh, O. S. (2012). *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): A Practical Introduction and Survival Guide*. Springer Science & Business Media.
22. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *Digital Image Processing* (4th ed.). Pearson.
23. Smith-Bindman, R., et al. (2019). Radiation dose associated with common computed tomography examinations. *Archives of Internal Medicine*, 169(22), 2078–2086.
24. National Lung Screening Trial Research Team. (2011). Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening. *New England Journal of Medicine*, 365(5), 395-409.
25. Kidwell, C. S., et al. (2004). Comparison of MRI and CT for detection of acute intracerebral hemorrhage. *JAMA*, 292(15), 1823-1830.
26. Czernin, J., & Phelps, M. E. (2002). Positron emission tomography applications in oncology. *Annual Review of Medicine*, 53(1), 89-112.
27. Gill, R. W. (1985). Measurement of blood flow by ultrasound: accuracy and sources of error. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 11(4), 625-641.
28. McKinney, S. M., et al. (2020). International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature*, 577(7788), 89-94.

ISSN 3030-3907