

# Maintenance and service system of medical devices

---

Week 5. Working with X-ray computed tomography imaging

**Otabek Shavkatov**

Lecturer

Department of Metrology, Standardization and Quality  
Management

Email: [okshavkatov@gmail.com](mailto:okshavkatov@gmail.com)

# **Tibbiyot uskunalariga texnik xizmat ko'rsatish**

---

5-Mavzu. Rentgen kompyuter tomografiyasi tasviri bilan ishlash

**Ma'ruzachi: Otabek Shavkatov**

Metrologiya, standartlashtirish va maxsulot sifati menejmenti  
kafedrası

Elektron pochta: [okshavkatov@gmail.com](mailto:okshavkatov@gmail.com)

# **Rentgen kompyuter tomografiyasi tasviri bilan ishlash**

---

Reja:

- 1. Rentgen kompyuter tomografiyasi tasviri bilan ishlash: tekshirish uchun zarur hududni tanlash va uni miqdoriy baholash, tasvir sifatining nazorati**
- 2. O'lchanayotgan signallarning elektron, raqamli o'zgartirish sistemalari va nazorat diagnostik pulti**
- 3. Rentgen kompyuter tomografiyasi tasviri bilan ishlash**
- 4. Ayrim rentgen kompyuter tomograflarining vazifalari va asosiy texnik imkoniyatlari**
- 5. Yurakni tekshiruvchi rentgen kompyuter tomografining vazifasi va asosiy texnik imkoniyatlari**

---

**1. RENTGEN KOMPYUTER  
TOMOGRAFIYASI TASVIRI BILAN  
ISHLASH: TEKSHIRISH UCHUN  
ZARUR HUDUDNI TANLASH VA UNI  
MIQDORIY BAHOLASH, TASVIR  
SIFATINING NAZORATI**

## **Rentgen kompyuter tomografiyasi tasviri bilan ishlash: tekshirish uchun zarur hududni tanlash va uni miqdoriy baholash, tasvir sifatining nazorati**

Kompyuter tomografiyasida olingan tasvir beradigan axborot oddiy rentgenodiagnostik tekshirishda olingan axborotga qaraganda bir necha barobar ko'p. Buncha axborotni qayta ishlashda nazorat diagnostik pultdagi EHMlar uchun turli dasturlar tuzib qo'yilgan va ulardan keng foydalaniladi. Albatta, bu dasturlar darcha, darcha kengligi va darcha markazi holati tushunchalariga mos holda tekshirish olib borish imkonini beradi. Bunda tekshiruvchi operator tekshirish uchun zarur a'zolari o'ziga kerakli o'lchamlarda display ekraniga chiqarishi mumkin

**Shu vaqtda displey  
ekranida qiziqish  
hududiga kiruvchi  
quyidagi axborotlar  
ko'rinadi:**

- qiziqish hududi ichidagi rentgen zichligining o'rtacha qiymati;
- shu qiymatning qiziqish hududiga xos standart og'ishi va tasvir elementlari miqdori (piksellar).

O'ta qiziquvchan  
tekshiruvchi displey  
ekraniga o'zining  
qiziqish doirasiga  
kiruvchi har bir rentgen  
zichligi pikselini  
chiqarishi mumkin

Bunda tasvir o'lchamini to'rt va undan ko'p martaga kattalashtirish, tasvir ustiga geometrik o'lchamlarni aniqlash uchun koordinata turini joylashtirish, kontrast moddali va moddasiz tasvirlarni solishtirish, eng zarur bo'lganini va sifatlisini chiqarish, shuningdek, rentgen zichligi taqsimoti profilini, o'lchanayotgan signalning o'rtacha qiymatidan og'ishi gistogrammasini tuzishi, frontal va sigittal qirqimlarni ko'ndalang qirqimlar to'plamidan hisoblash va kuzatish imkoniyatlarini amalga oshirish mumkin. Yuqoridagilarning amalga oshirilishi tekshirish vaqtida zarur axborotlarni tekshirish imkoniyatini beradi.

- Tasvir haqidagi zarur axborotlarni olish bilan birga bu axborotlarning ishonchliligini baholash, ya'ni tasvir sifatini baholash ham muhim ahamiyatga ega. Tasvir sifatini baholashda hozirgi kunda ko'pchilik tomonidan qabul qilingan usul va zarur test — obektlardan foydalaniladi.

## Tasvir sifatini baholash va nazorat qilishda quyidagi asosiy kattaliklar tekshiriladi:

tasvir shovqini;

bir tarkibli gamogen fantom tasvirining bir xil emasligi;

zichlikli yechimi;

tarqalma yechimi;

zichlikli shkalaning chiziqiligi va to'liq diapazoni;

tekshirilayotgan qatlam qalinligi;

artefaktlar darajasi;

tekshirish vaqtida olingan doza.


Ushbu kattaliklar rentgen kompyuter tomografini ishga tushirish vaqtida va turli tekshirishlarda, texnik xizmat ko'rsatish vaqtlarida ham miqdoriy jihatdan o'lchanib tekshiriladi.

**Tasvir shovqini diametri 20 sm dan kam bo'lmagan gamogen suvli havoli fantomi yordamida amalga oshiriladi. Fantom ichidagi mahsulot suv yoki shunga o'xshash modda bo'lishi kerak va zichligi bo'yicha suvdan 2—3 % dan ortiqcha farq qilmasligi lozim**

Tasvir sifati turli usullar bilan to'g'rilanadi (korrelatsiya), bunda olingan tasvir sifatiga putur yetishi mumkin, lekin tanlangan tasvir qismi uchun sezilarli bo'lmaydi. Bir tarkibli fantom tasvirining bir xil emasligini aniqlash uchun uning turli qismlari piksellarining tasvirlarini ifodalovchi kattaliklari solishtiriladi. Bunda display ekranidagi fantom tasvirining turli nuqtalardan olingan proyeksiyalari solishtiriladi. Agar rentgen kompyuter tomografda rentgen trubkasiga berilayotgan kuchlanish, tok qiymatlari bir-biriga yaxshi moslanmasa, tasvir sifatiga salbiy ta'sir etadi. Ssintilatsiya hodisasiga asoslangan detektorlarda fantomdagi muhitlar chegarasi (fantom devori bilan suyuqlik, havo)ga bog'liq kontrast, ya'ni ajratuvchanlikning o'zgarishiga xos ba'zi xususiyatlar, keyincha chaqnashlar ta'siri tasvirning bir xil bo'lmasligiga ta'sir etadi va tasvir bir xil bo'lishini ta'minlovchi yo'llarni izlashni taqozo qiladi

---

**2. O'LCHANAYOTGAN  
SIGNALLARNING ELEKTRON,  
RAQAMLI O'ZGARTIRISH  
SYSTEMALARI VA NAZORAT  
DIAGNOSTIK PULTI**



## **O'lchanayotgan signallarning elektron, raqamli o'zgartirish sistemalari va nazorat diagnostik pulti**

O'lchanayotgan signallarning elektron, raqamli o'zgartirish sistemalari va nazorat diagnostik puldagi displeylar ekranida hosil bo'ladigan tomografik tasvirlarni hosil qilish uchun havoda odam tanasining turli qismlarining rentgen nurini kuchsizlantirish koeffitsiyentlarini hisobga olish zarur. Bu kuchsizlantirish koeffitsiyenti nisbiy kattaliklarda — -1000 dan +1000 gacha oraliqda sonlar bilan ifodalanadi. — - 1000 rentgen nurining havodagi kuchsizlanishi koeffitsiyenti to'g'ri kelsa, +1000 suyaklardagi kuchsizlantirish koeffitsiyentiga to'g'ri keladi. Displey ekranidagi yorug' tasvirlar tananing zich qismlariga to'g'ri kelsa, qoraroq qismi zichligi kam a'zolarga to'g'ri keladi.

**Kompyuterlar ekranida zarur sifatli tasvirlarni hosil qilish uchun ularning imkoniyatlaridan kelib chiqib, rentgen nurini tananing turli qismlarida kuchsizlanishini hisobga oluvchi darcha kengligi va holati tushunchalari kiritilgan. Bu tushunchalarni tashkil qiluvchi kattaliklarni boshqarish hisobiga sifatli tasvir hosil qilinadi**

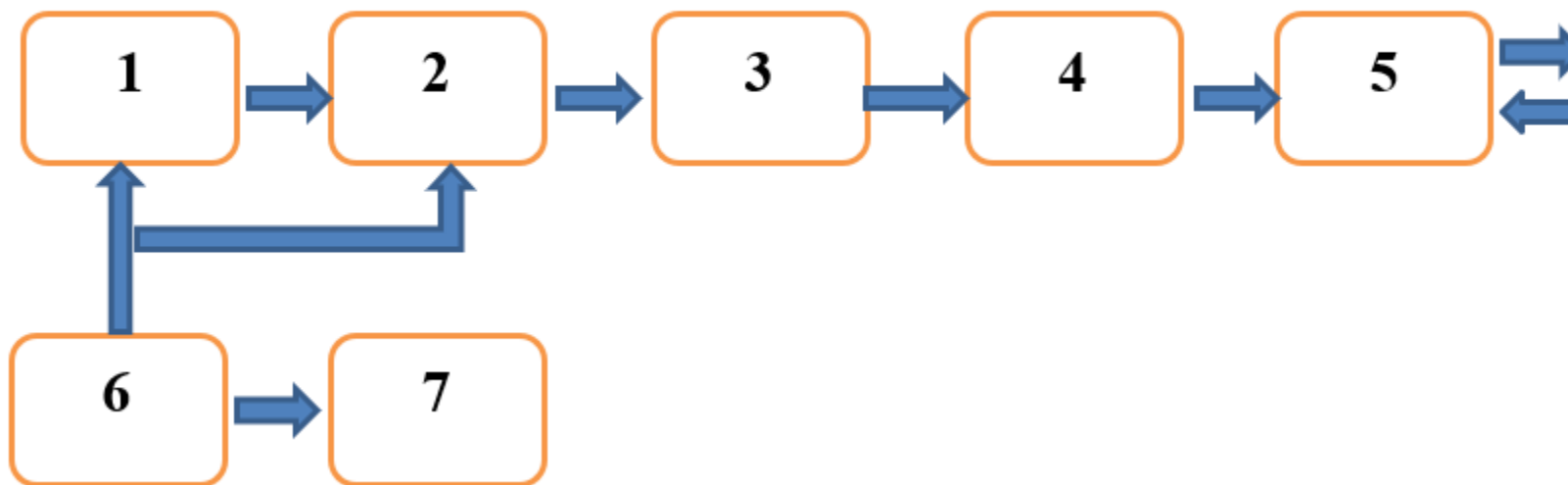
Darcha - deganda tasvir yorqinligining oqdan qoragacha o'zgarishini ta'minlaydigan kuchsizlantirish koeffitsiyenti yani o'zgarish kattaligi tushuniladi.

Darcha kengligi - deganda eng katta va eng kichik kuchsizlantirish koeffitsientlari nisbatiga mos keladigan tasvir yorqinligining o'zgarishi tushuniladi.

Darcha markazi holati - deganda tasvir yorqinligining tana turli a'zolarini zichliklariga mos ravishda ko'rish uchun yetarli qiymatlarda tanlash tushuniladi. Kompyuter yordamida hisoblab chiqariladigan tasvir va yarim tonli klinning tasviri, bemor to'g'risidagi ma'lumotlar bilan birgalikda displey ekranida ko'rinadi

## Kuchaytiruvchi integratorlar va elektr signallarni zarur raqamlar ko'rinishiga keltiruvchi o'zgartirish sistemasining struktura sxemasi

---



Rasmda raqamlar bilan elektron o'zgartirish sistemasining quyidagi qismlari ko'rsatilgan: 1 — kuchaytirgich-integratorlar; 2 — multipleksorlar; 3 — logarif-motorlar; 4 — analog raqamli o'zgartgich (ARO'); 5 — EHM bilan bog'lovchi interfeys; 6 — sinxronizatsiya bloki; 7 — skanerlash qurilmasini boshqarish bloki

Bu sistemadagi multipleksorlar bloki integratorlarning ARO'ga ulanish tartibini boshqaradi. ARO' o'lchanayotgan elektr signallarni raqamli kodga aylantirib, EHMga uzatadi. Sinxronizatsiya bloki o'lchanayotgan signalni integrallashning boshlanib-tugallanishini, ularni ARO'ga ulanish va skanerlash qurilmasining ishini boshqaradi. Bu boshqarish signallarining berilishi koordinatlar datchigining impulsi bilan amalga oshadi

Raqamli kod ko'rinishidagi tasvir haqidagi signal yuqori mahsul-dorlikka ega bo'lgan mini EHMLarga beriladi. Bu mini EHMLar tarkibiga katta hajmli operativ xotira qurilmasi, magnit diskli sistemali xotira qurilmasi, magnit lentadan iborat tashqi ma'lumot to'plovchi, yozib olib, qayta ko'rsatish imkoniyatiga ega bo'lgan egiluvchan magnit disklari kiradi. Nazorat diagnostika pulti murakkab qurilma bo'lib, tomografning tekshirish olib borishda boshqarilishini ta'minlaydi. Bunda tasvir nazorat diagnostika pulti tarkibidagi displeyda ko'riladi. Tasvirni tekshirish uchun qulay kattaliklarda kuzatish va tahlil qilish uchun EHM bilan bog'lanuvchi alfavit - raqamli terminaldan foydalaniladi.

## Nazorat diagnostik pult yordamida operator quyidagi ishlarni bajara oladi:

---

tomografning tekshirish vaqtidagi ish rejimini tiklaydi, nurlatgichga beriladigan kuchlanishni («kV»), tokni («mA») va vaqtni («ms») belgilaydi;

tekshirilayotgan qatlam qalinligini, proyeksiyalari sonini, skanerlash burchagini, tasvirni qayta hosil qilishdagi zarur filtratsiya usulini tanlaydi;

olingan tasvirni tekshiradi, suratga oladi yoki lazer disklariga yozadi.

---

**3. RENTGEN KOMPYUTER  
TOMOGRAFIYASI TASVIRI  
BILAN ISHLASH**

Rentgen kompyuter tomografiyasi tasviri bilan ishlash zichlikligi -deyilganda tekshirilayotgan a'zo qismlari bilan uning atrofini o'rab olgan a'zolardan iborat fondan farq oz bo'lganda ham tasvir ni ajratish tushuniladi. Zichlikli yechimni aniqlash variantlaridan biri «kontrast o'lcham» egri chizig'ini tuzish hisoblanadi

Buni amalga oshirish ancha murakkab hisoblanadi. Keyingi vaqtlarda Rentgen kompyuter tomograflarda zamonaviy EHM va displeylarning qo'llanilishi natijasida tasvir o'lchamlarini kattalashtirish imkoniyatlaridan, shuningdek, «kontrast o'lcham» bog'liqligini aniqlovchi maxsus fantomlardan foydalanish hisobiga erishilmoqda. Maxsus fantom bir tarkibli modda va har xil o'lcham hamda kontrastlikka ega bo'lgan maxsus moslamalardan iborat. Bunda fon vazifasini bajaruvchi bir tarkibli modda sifatida, tirqishlariga plastmassaga yaqin kontrast va fonga ega modda joylashtirilgan plastmassadan foydalanilgan. Zichlikli yechimni baholashda ana shu fantom yordamida olingan nuqta — «ko'rinayapti» degan jumlalardan, «ko'rinmayapti» degan jumlalardan foydalaniladi

# Tarqalish yechimini aniqlash usullari juda ko'p

---

- shulardan biri yupqa yuqori kontrastga ega bo'lgan fantomdan foydalanib, nuqtalarning o'rta balandlik gistogrammasini aniqlash hisoblanadi.

- ikkinchi usuli bo'lib yoyilish modulatsiyasining yoyilish chastotasiga bog'liqlik grafigini tuzish hisoblanadi.

Bunda tarqalish yechimining ifodalanishi yoyilish chastotasining  $U_{\max}$  va  $U_0$ , oraliqdagi qiymatlari orqali amalga oshiriladi. Buning natijasida displey ekranida tasvir hosil bo'ladi. Bu tasvirda teshiklari suv yoki havo bilan to'ldirilgan fantomdan foydalaniladi. Ushbu teshiklar qator bo'yicha joylashgani uchun, bu qatorning yoyilish chastotasi  $U=(2F)\sim l$  va «kontrast-o'lcham» egri chizig'ining asimptotasi tarqalish yechimi haqida ma'lumot beradi. Tarqalish yechimining ko'rinishini baholash uchun displey ekranida tasvir hosil bo'ladigan maxsus fantomdan foydalaniladi.

Shuningdek, zichliklar shkalasining to'liq diapazoni va chiziqliligi degan tushuncha ham mavjud. Bunda N birliklaridagi rentgen nuri zichligini, zichlikning — - 1000 N dan +1000 N gacha oralig'idagi chiziqli kuchsizlanish koeffitsiyentiga nisbati qanday darajada chiziqli ekanligi aniqlanadi. Bunda havoning zichligi — -1000 N (minus), suvniki 0 N (nol), suyak va unga ekvivalent zichlikka ega bo'lgan fantomniki +1000 N deb olinadi. Bu bilan oldinroq tanishgan edik. Bu kattalik suv fantomi yordamida o'lchanadi va unga turli zichlikka ega bo'lgan moslamalar kiritiladi. Masalan: ftoroplast (+ 1000 N), organik oyna (+ 120 N), polietilen (-20 N).

Ushbu o'zgarishlarning oldini olish uchun bemorning qo'zg'alishiga yo'l qo'ymaslik, zarur rentgen nuri intensivligini saqlab qolish va detektorlarning zarur sezgirliklarini ta'minlash talab qilinadi. Ularni tekshirish va sozlashning turli usullari ishlab chiqilgan

Tekshirilayotgan a'zo qalinligi yuqori kontrastlikka ega bo'lgan belgilar miqdori yoki yupqa aluminiy plastinalari o'lchami bilan aniqlanadi. Bu tekshirilayotgan qatlamlar oralig'idagi masofa ikki tekshirish natijasi bilan aniqlanadi. Rentgen kompyuter tomograflarda bemorning oladigan dozasi juda zarur tekshirilayotgan yuzaga tushadigan nurga bog'liq, chunki bunda tekshirilayotgan a'zo qatlamining qalinligi 1÷15 mm gacha bo'ladi. Bu doza rentgen nurining yutilishi va sochilishi hisobiga 1,2 martadan 2 martagacha ko'p bo'lishi mumkin. Bu dozalarni qayd qilish dozimetrik to'qima ekvivalentiga ega bo'lgan fantom orqali o'lchanadi. Bunda ushbu Rentgen kompyuter tomograflarning maksimal ms va kV qiymatlarida o'lchovlar amalga oshiriladi. Detektor sifatida ionizatsion kamera yoki LiF asosli termoluminessent detektordan foydalaniladi.

Rentgen kompyuter tomograflarida rentgen tasviri sifatining yuqori bo'lishiga halaqit qiluvchi sabablarga tasvir shovqini kiradi, bu shovqin rentgen nurining tabiatiga bog'liq bo'ladi. Tasvir shovqinini kamaytirish uchun fantomlar sonini va doza bilan yuklanishni oshirish lozim bo'ladi. Rentgen nuri dozasi bilan tasvir sifati orasidagi bog'lanish quyidagi formula yordamida aniqlanadi

---

bu yerda:

$$S = C \sqrt{\frac{B}{W^3 h D}}$$

D — qatlamga berilayotgan maksimal dozaga mos tasvir shovqini kattaligi;

$$V = \exp(-\mu d)$$

B — tekshirilayotgan obekt tarafidan nurlanishning kuchcizlanishi;

$\mu$  — kuchsizlanish koeffitsiyentining o'rtacha chiziqli qiymati;

d — tekshirilayotgan obekt qalinligi;

W — pikselning chiziqli o'lchami;

h — tekshirilayotgan a'zo qalinligi;

C — konstanta.

---

**4. AYRIM RENTGEN KOMPYUTER  
TOMOGRAFLARINING VAZIFALARI  
VA ASOSIY TEXNIK IMKONIYATLARI**

## Ayrim rentgen kompyuter tomograflarining vazifalari va asosiy texnik imkoniyatlari

Bizga ma'lumki, Rentgen kompyuter tomograflarining to'rt avlodi yaratilib, turli klinikalarda ishlatib kelinmoqda. Shulardan biri CRT — 1010 markali Rentgen kompyuter tomografi ikkinchi avlod tomograflariga kirib, uning yordamida bosh miya a'zolari tekshiriladi. CRT — 1010 markali Rentgen kompyuter tomograf tarkibiga elektro-mexanika, rentgen nuri manbai komplekslari, shuningdek, detektorlar, markaziy pult, hisoblash va ko'rish, matematik ta'minlash komplekslari kiradi. Hisoblash kompleksi sifatida «Elektronika — 60» markali, BPF protsessorli mini EHMdan foydalanilgan. Buning natijasida tekshirish vaqti qisqargan hamda tomograflarning narxi arzonlashgan. Rentgen nurlatgichi uzluksiz rejimda ishlaydi, unga beriladigan kuchlanish va trubka toki 100+130 kV hamda 20 + 30 mA qiymatlarda bo'ladi.

**Sintilator — fotoelektron kuchaytirgich juftligidan iborat 16 ta detektor ishlatilgan.**

## **CRT — 1010 tomografi quyidagi texnik imkoniyatlarga ega:**

tekshiriladigan  
obektning  
maksimal  
diametri — 240  
mm;

aniq  
tekshiriladigan  
obekt qismining  
aniq diametri —  
180 mm;

tekshirilayotgan  
qatlam qalinligi  
— 10 mm;

bir marta  
skanerlash vaqti  
— 80sek;

tasvir ni qayta  
ishlab ko'rish  
vaqti – 82sek,  
ya'ni tekshirish  
tugagach 2 sek.  
dan keyin tasvir  
hosil bo'ladi;

qayta tiklash  
teskari filtratsiya  
hisobiga amalga  
oshadi;

bir skanerlashda  
ikki qatlam  
olinadi;

zichlikli va  
yoyilish  
yechimlari 10  
mm o'lchamli  
ashyolarda 0,5  
%dan kam  
bo'lmagan  
xatolik va 10%li  
kontrastda 1,5  
mm dan kam  
bo'lmagan  
miqdorda amalga  
oshiriladi.

CRT — 5000 markali RKT butun tanani tekshirishga mo'ljallangan bo'lib, Rentgen kompyuter tomografi larining 4 avlodiga mansub hisoblanadi. Bu RKT yordamida xavfli shishlarning paydo bo'lishini payqash, xirurgik aralashuv, nurlash terapiyasiga tayyorlashni amalga oshirish, ko'krak qafasi a'zolarini tekshirish, jigar, oshqozon osti bezi, qorindagi a'zolari tekshirish, tos suyaklari, umurtqa pog'onasi va bosh miyani tekshirish mumkin.

## Bu rentgen kompyuter tomografi quyidagi texnik imkoniyatlarga ega:

Sintilator — fotoelektron kuchaytirgich (SsY + FEU) juftligidan iborat 600 ta aylana bo'ylab joylashgan detektorlarga ega. Rentgen nurlatgichi aylana bo'ylab harakatlanib, uzluksiz rejimda ishlaydi	Bunda rentgen trubkasiga beriladigan kuchlanish va trubka toki 100+130 kV va 40+100 mA oralig'ida bo'ladi.	Tekshirilayotgan obektning maksimal diametri — 480 mm.	Aniq tekshirish hududi diametri — 400 mm.	Tekshirilayotgan qatlam qalinligi — 5 va 10 mm.	Bir skanerlash vaqti — 5 sek.	Tasvirni qayta tiklash vaqti — 4 daqiqadan oshmaydi.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-------------------------------------------------	-------------------------------	------------------------------------------------------

---

**5. YURAKNI TEKSHIRUVCHI  
RENTGEN KOMPYUTER  
TOMOGRAFINING VAZIFASI VA  
ASOSIY TEXNIK IMKONIYATLARI**

# Yurakni tekshiruvchi rentgen kompyuter tomografining vazifasi va asosiy texnik imkoniyatlari

Yurakni tekshiruvchi rentgen kompyuter tomografida stroboskopik kompyuter tomografiyasi usulidan foydalaniladi. Ushbu usul oddiy rentgen kompyuter tomograflarida ham qo'llanilishi mumkin, ba'zi texnik o'zgarishlar qilish etarli. Bu usul bilan tekshirganda nafas olish a'zolari o'zgarishi yurak harakatiga ta'sir etmaydi deb olinadi

Kontrast moddalar konsentratsiyasining qon oqishiga mos o'zgarishiga ko'ra, rentgen nuri kuchsizlanishining koeffitsiyenti o'zgarishiga bog'liq tekshirish usuli bo'lgan ketma-ket skanerlovchi dinamik kompyuter tomografiyasi usulida transplantatsiya qilingan koronar shuntidagi qon o'tishini, aortani ko'krak qismidagi bo'laklarini va minut hajmdagi qon oqishini o'lchash mumkin. Ammo bu usul bilan ham yurakning sifatli tasvirini olish qiyin, shu sababli yuqori sifatli uch o'lchamli tasvir olish uchun keyingi vaqtlarda mexanik usulda skanerlaydigan tez harakatlanuvchi tomograflar hamda elektron skanerlovchi tomograflar yaratildi. Mexanik usulda skanerlaydigan bunday tomograflardan biri 1981- yilda AQShning Mayo klinikasida qo'llanildi, uning tarkibidagi 3 ta rentgen nurlatgichi va 3 ta detektor veyer yo'nalishi bo'yicha tez harakatlanib, zarur tekshirishlar o'tkazish imkonini beradi.

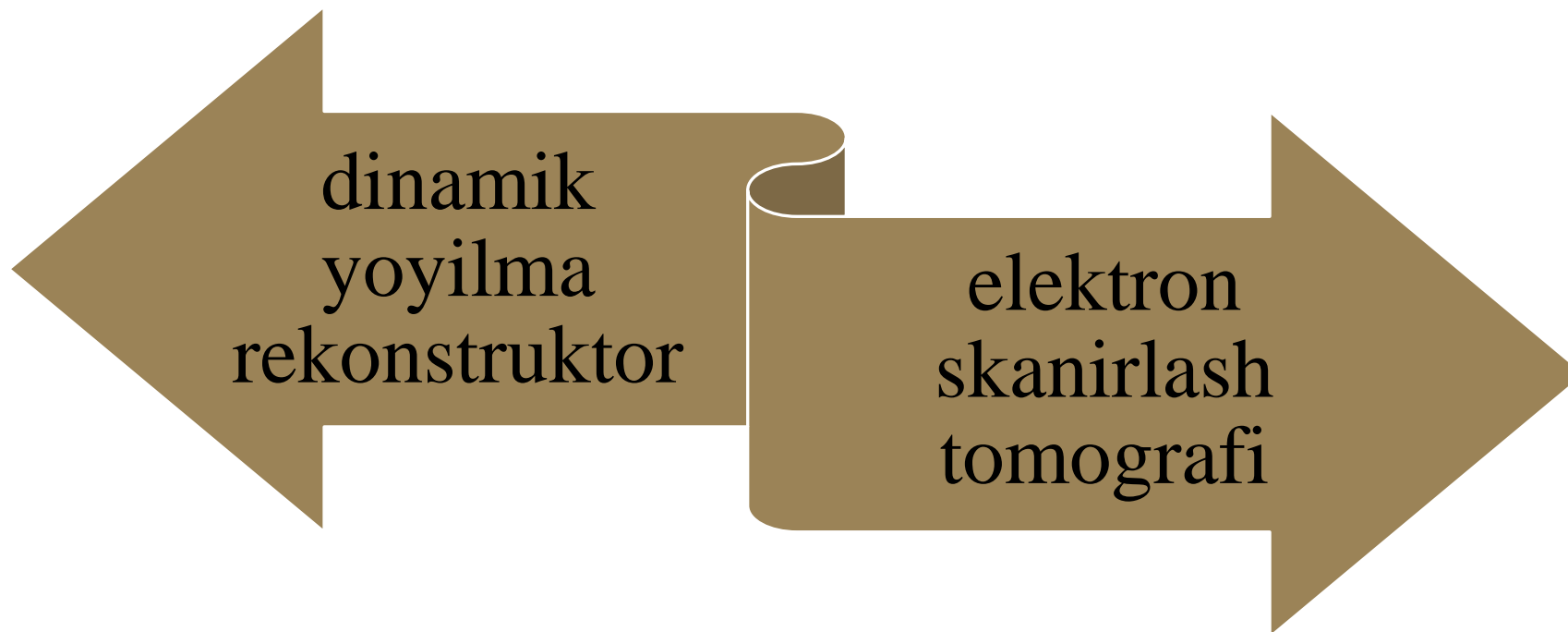
## **Yurakni tekshiruvchi rentgen kompyuter tomografining vazifasi va asosiy texnik imkoniyatlari**

---

Elektron skanerlovchi tomograf qismlarining tuzulishi haqida qisqacha gapalashib o'tsak. Bunday tomograf ilk bor 1982- yilda Kaliforniya universitetining klinikasida foydalanilgan. Uning rentgen trubkasi elektron to'pidan iborat bo'lib, 120 kV kuchlanish va 1000 mA tokida zarur elektron dastasini hosil qilib, magnit maydoni ta'sirida  $33^{\circ}$ +  $37^{\circ}$  gacha fokuslanib og'dirib beradi. Bunda elektron dastasi 4 ta halqadan biridan  $210^{\circ}$  gacha burilishi mumkin. Bu tomografda detektor sifatida sintilator — fotodiod juftligidan foydalanilgan.

Bu tomografdagi skanerlash vaqtining  $35 \pm 50$  ms gacha bo'lishi, qatlam qalinligi 1 sm va qatlamlar soni yurakni tekshirish uchun kerakli hajmda bo'lishi hamda boshqa imkoniyatlar yaxshi natija berdi. Yurakni tekshiruvchi rentgen kompyuter tomografi ikki qismdan yani a va b qismlardan iborat

---



# Dinamik yoyilma rekonstruktor:

P — bemor;

E — fluoressent skran;

R — rentgen trubkasi;

T — telekameralar.

# Elektron skaynirlash tomografi:

1 — bemor;

2 — elektron to'p;

3 — elektron dastasi;

4 — fokuslovchi magnit;

5 — magnit;

6 — yarim halqa shaklidagi detektorlar  
matritsasi;

7 — rentgen nurlanishi dastasi

# Foydalanilgan adabiyotlar

---

1. A.H. Haydarov, B.B. Goibnazarov, K.Y. Berdieva – Tibbiy jixozlarga texnik xizmat ko'rsatish tizimi-, Tashkent 2019
2. I.I. Mukimjonov, A.R. Khudoyberganov, T. Usmanov —Elektron tibbiyot texnikalarini ta'mirlash, texnik xizmat ko'rsatish —Ibn Sino, 2014
3. K. Yu. Yuldashev, Yu. A. Koulikov. "Fizioterapiya", T., "Ibn Sino", 2018
4. P. R. Ismatullayev, A. N. Maksudov, A. Kh. Abdullayev, B. M. Akhmedov, A. A. Azamov. Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish. —Uzbekistan Tashkent 2018
5. Leslie Cromwell, Biomedical Instrumentation and measurement, 2nd edition, Prentice hall of India, New Delhi, 2015.
6. John G. Webster, Medical Instrumentation Application and Design, 4th edition, Wiley India Pvt Ltd, New Delhi, 2015.
7. Joseph J. Carr and John M. Brown, Introduction to Biomedical Equipment Technology, Pearson Education, 2004.
8. Myer Kutz, Standard Handbook of Biomedical Engineering and Design, McGraw Hill Publisher, 2003.
9. Khandpur R.S, Handbook of Biomedical Instrumentation, 3rd edition, Tata McGraw-Hill New Delhi, 2014

---

**E'tiboringiz  
uchun rahmat!**