

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**OLIV TA‘LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARNI QAYTA  
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI TASHKIL  
ETISH BOSH ILMIY-METODIK MARKAZI**

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI  
PEDAGOG KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING  
MALAKASINI OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**

**“BIOTIBBIYOT MUHANDISLIGI”  
yo‘nalishi**

**“RENTGEN TEXNIKASI VA TEXNOLOGIYALARI”  
moduli bo‘yicha**

**O‘QUV USLUBIY MAJMUA**

**Toshkent – 2022**

Mazkur o‘quv-uslubiy majmua dastur Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2021-yil 25-dekabrda 538-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv dastur asosida tayyorlandi

**Tuzuvchi:**

TDTU, “Biotibbiyot muhandisligi”  
kafedrasi dotsenti Elmurotova D.B.

**Taqrizchi:**

TDTU, “Biotibbiyot muhandisligi”  
kafedrasi dotsenti Sh. Ibragimov

O O‘quv-uslubiy majmua Toshkent davlat texnika universiteti Kengashining 2021- yil 29-dekabrda 4-sonli yig‘ilishida ko‘rib chiqilib, foydalanishga tavsiya etildi.

## MUNDARIJA

I. ISHCHI DASTUR.....	4
II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI .....	11
III. NAZARIY MATERIALLAR .....	15
IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI.....	75
V. GLOSSARIY.....	113
VI. FOYDALANGAN ADABIYOTLAR.....	119

## **I. ISHCHI DASTUR**

### **Kirish**

Dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentyabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevral “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha “Xarakteristik strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-4947-son, 2019 yil 27 avgust “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-son, 2019 yil 8 oktabr “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-sonli Farmonlari hamda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentyabr “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi 797-sonli qarorida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish hamda oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi.

Ushbu dasturda tinglovchilarni rentgen texnika va texnologiyalari, rentgen naychalarining klassifikatsiyasi, xafvsizligini, rentgen qurilmalarining ishlash prinsiplarini haqida ma’lumot batavsil berilgan va bu qurilmalardan tibbiyotda va bojxona ishlarida qo‘llanilish jarayonidagi muammolar bayon etilgan.

### **Modulning maqsadi va vazifalari**

#### **Rentgen texnikasi va texnologiyalari modulining maqsadi va vazifalari:**

##### **Modulning maqsadi:**

Zamonaviy rentgen naychalari va ular asosidagi qurilmalarning asosiy vazifalari, ularni ishlash tamoyillari, xarakteristikalari va foydalanish imkoniyatlarini hamda tibbiyot va bojxona sohasida rentgen qurilmalarining ahamiyatini o‘rinish va tadbir qilish jarayonini o‘rganish.

##### **Modulning vazifalari:**

- rentgen nurlari fizikasining umumiy asoslari, ulardan fan va texnikada foydalanish usullari
- rentgenologiyaning rivojlanishi va rentgenologik xizmatni uyushtirish jarayonlari
- rentgen naychalarining yaratilish tarixi va ularning zamonaviy ko‘rinishi
- bojxona nazoratida rentgen tekshiruv uskunalari qo‘llanilishi
- bojxona nazoratida rentgen tekshiruv uskunasidan foydalanishdagi muammolar echimini topish.

### **Modul bo‘yicha tinglovchilarning bilimi, ko‘nikmasi, malakasi va kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar**

“Rentgen texnikasi va texnologiyasi” modulini o‘zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

#### **Tinglovchi:**

- biotibbiyot muhandisligida rentgen texnikasi va texnologiyasi yo‘nalishi bo‘yicha dolzarb muammolarini;
- rentgen nurlarining tabiiy va sun‘iy manbalarini;
- naychalari va tibbiyotda rentgen texnikasi va texnologiyasini asosiy tamoyillarini; va vositalarini
- naychalari va tibbiyotda rentgen texnikasi va texnologiyasini asosiy vositalarini;
- bojxonada nazorat rentgen tekshiruv qurilmalarining ishlash jarayonlarinig asosiy xususiyatlarini bilishi kerak.

#### **Tinglovchi:**

- rentgen texnikasi va texnologiyasidagi dolzarb muommolarni muhoqama qilish;
- tibbiyotda rentgen nurlari va ular asosida ishlaydigan qurilmalarning ishlash jarayonlarini baholash;
- Bojxona chegaralaridan olib o‘tilayotgan va olib kirilayotgan qo‘l yoki, katta va kichik o‘lchamli yuklarni rentgen tekshiruidan o‘tkazish jarayonida

qoʻllaniladigan qurilmalarning ishlash prinsiplaridan foydalanish koʻnikmalariga ega boʻlishi lozim.

**Tinglovchi:**

- davolash rentgen texnika jarayonini modellashtirish;
- tibbiyotda rentgen texnikasi, vositalari va qurilmalaridan foydalanish;
- tibbiyotda va bojxona sohasida rentgen texnologik jarayonlarini loyihalash malakalariga ega boʻlishi zarur.

**Tinglovchi:**

- rentgenologiyaning rivojlanishi va rentgenologik xizmatni uyushtirish;
- bojxona tekshiruvdagi texnik vositalar orqali bojxona xizmatchilari tomonidan davlat chegarasi orqali olib kiriladigan, olib chiqiladigan yoki deklaratsiyaga toʻgʻri kelmaydigan taqiqilangan barcha turdagi obyektlarni aniqlash boʻyicha kompetensiyalarga ega boʻlishi kerak.

**Modulni tashkil etish va oʻtkazish boʻyicha tavsiyalar.**

“Rentgen texnikasi va texnologiyasi” moduli maʼruza va amaliy mashgʻulotlar shaklida olib boriladi.

Modulni oʻqitish jarayonida taʼlimning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qoʻllanilishi nazarda tutilgan:

-Maʼruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;

-Oʻtkaziladigan amaliy mashgʻulotlarda texnik vositalardan, ekspress-soʻrovlar, test soʻrovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kolloqviy oʻtkazish, va boshqa interaktiv taʼlim usullarini qoʻllash nazarda tutiladi.

**Modulning oʻquv rejadagi boshqa fanlar bilan bogʻliqligi va oʻzviyligi**

“Rentgen texnikasi va texnologiyasi” moduli oʻquv rejadagi “Yuqori texnologiyali tibbiyot texnikasi va tizimlari” va “Tibbiyot mashinalari va jihozlari” modullari bilan oʻzviy boʻgʻliq.

## Modulning oliy ta'limdagi o'rni

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilar rentgenologik xizmatni tashkil etish va tekshirish usullari, rentgendiagnostika apparatlarning ishlash prinsipi, rentgen naychalari va ularning ishlash prinsiplari, bojxona nazoratida rentgen tekshiruv uskunalari qo'llanilishi, bojxona sohasida qo'llaniladigan rentgen qurilmalarining radiatsion nazorati amalda qo'llash va baholashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo'ladilar.

## Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat			
		Jami	Nazariy	Amaliy mashg'ulot	Ko'chma mashg'ulot
1.	Rentgenologik xizmatni tashkil etish va tekshirish usullari	8	2	2	4
2.	Rentgendiagnostika apparatlarning ishlash prinsipi	4	2	2	
3.	Rentgen naychalari va ularning ishlash prinsiplari	4	2	2	
4.	Bojxona nazoratida rentgen tekshiruv uskunalari qo'llanilishi	6	2	4	
5.	Bojxona sohasida qo'llaniladigan rentgen qurilmalarining radiatsion nazorati	4	2	2	
	<b>Jami:</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>4</b>

## Nazariy mashg'ulotlar mazmuni.

### 1-mavzu: Rentgenologik xizmatni tashkil etish va tekshirish usullari.

V.K. Rentgenning hayoti va ijodi, rentgen nurining kashf etilish tarixi. Jahonning birinchi fizigi V.K. Rentgenga buyuk kashfiyoti uchun 1901 yilda Nobel mukofoti berilishi. Rassom N.I. Altman loyihasi bo'yicha dunyoda birinchi bo'lib rentgenologiya, radiologiya va rak institutining oldiga Rentgen xaykal qo'yilishi. Rentgenning shog'irdlari professor M.I. Nemenov, akademik A. F. Ioffe haqida. Rentgen nurlarining xususiyatlari.

Rentgenologiyaning rivojlanishi va rentgenologik xizmatni uyushtirish. Rentgen kabinet tuzilishi va joylashtirilishi. Rentgen nurlarini olish manbalari.

## **2-mavzu: Rentgen diagnostika apparatlarning ishlash prinsipi.**

Rentgendiagnostika apparatlar gruppasi va sinflari rentgen trubkasi elektr sxemasining ta'minlanishiga qarab rentgendiagnostika apparatlari turli-xil gruppalariga bo'linishi. SES, jumhuriyat, viloyat va Shaxar (markazda) davolash profilaktika muassasalari rahbarlari nazoratida rentgendiagnostika kabinetini tashkil qilinishi va uning faoliyati. Rentgen kabinetni nur tarqatuvchi manbalardan saqlash qoidalari. Rentgendiagnostika apparatning boshqarish pulti bosqichlari.

## **3-mavzu: Rentgen naychalari va ularning ishlash prinsiplari.**

1897 yilda Vilgelm Konrad Rentgen tomonidan rentgen nurlarini kashf qilinishi. Kulij Viliam Devidning rentgen naychasini ishlash prinsipi. Rentgen nurlarining fizik qonuniyatlari. Elektromagnit to'liq. Spektrometrik tadqiqotlar rentgen naychalardagi generatsiyalanadigan nurni murakkab spektri. Tormozli rentgen nurlari.

## **4-mavzu: Bojxona nazoratida rentgen tekshiruv uskunalari qo'llanilishi.**

O'zbekiston chegara bojxona postlari. Bojxonadagi rentgen apparatlari. Bojxona tekshiruvdagi texnik vositalar orqali bojxona xizmatchilari tomonidan davlat chegarasi orqali olib kiriladigan, olib chiqiladigan yoki deklaratsiyaga to'g'ri kelmaydigan takikilangan barcha turdagi obyektlarni aniqlash uchun foydalaniladigan maxsus texnik vositalar. Rentgen nurlanish manbalari. Rentgen texnologiyasining tasnifi. Rentgen skanerlari bilan tanishish.

## **5-mavzu: Bojxona sohasida qo'llaniladigan rentgen qurilmalarining radiatsion nazorati.**

Bojxona chegaralaridan aeroport, avtoullov va temir yo'l orqali olib kirilayotgan va olib chiqarilayotgan qo'l yuklari. Kichik va katta o'lchamli yuklarni



nazorat qilish jarayonida foydalaniladigan rentgen qurilmalarining radiatsion nazorati. Bagaj, kichik va katta o'lchamga ega bo'lgan yuklar tekshiruvi uchun mo'ljallangan rentgen qurilmalarining turlari.

## **AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI**

### **1-amaliy mashg'ulot: Rentgen nurlarining tibbiyotda qo'llanilishi.**

Rentgen naychalarini yaratilish tarixi, barmoq va suyaklar tasvirini fotokadrda hosil bo'lishini kuzatilishi. 1970- yillarda KT-skanerlar – rentgen va kompyuter tomograflarining paydo bo'lishi, rentgen nrlarini odam tanasidagi salbiy ta'sirlari. Rentgen naychasi elektron-nur naychasining bir turi ekanligini tahlil qilish.

### **2-amaliy mashg'ulot: Kenotron, rentgen trubkasining ishlash prinsipi**

Kenotron havosiz (vakuum) shisha kolba bo'lib, ichida, ya'ni ikki tomonida elektrod joylashgan bo'lib, biri - katod, ikkinchisi - anodir. Rentgen trubka elektr vakuum bo'lib, unda yuqori kuchlanishli katod nurlari rentgen nurlariga aylanadi. Buning uchun katod nurlari (elektronlar) ga katta tezlik beriladi, so'ngra ular anod yuziga urilishi uchun keskin ravishda to'htatiladi. Katod nurlarining o'rilishi paytida ularning kinetik energiyalari issiqlik energiyasi va rentgen nurlariga aylanishini o'rganish.

### **3- amaliy mashg'ulot: Rentgen tajribalari va ularning dolzarbligi.**

Rentgen nurining asosiy xususiyatlari, rentgen muzeyidagi rentgen naychasi, amerikalik tadqiqotchi Kulij Viliam Devidning naychasining tuzilish rentgen naychasini tuzilishini o'rganish.

### **4- amaliy mashg'ulot: Bojxona nazoratida rentgen tekshiruvi uskunasidan foydalanishdagi muammolar.**

Bojxona nazoratida rentgen tekshiruvi uskunalariidan foydalanish tahlili. Rentgenologik tekshiruv - bu yo'lovchilarni va ularning yuklarini tekshirishning eng obyektiv, ishonchli va tezkor usuli. Xarakterlanuvchi

rentgenotelevizion PRTU 4026 qurilmasi HI-SCAN 130100 rentgenotelevizion qurilma uskunali treylyerdan iborat bo'lib, bagaj va yuklarni rentgenotelevizion nazoratini o'tkazish imkonini berishi. Bojxona sohasida bojxona nazorati paytida rentgen tekshiruvi uskunasiidan foydalanish muammolari va samaradorligini oshirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish.

**5- amaliy mashg'ulot: Tekshiruvi uchun mo'ljallangan rentgen qurilmalarining tashqi yuza sirtida ambiyent ekvivalent dozalar quvvatini o'lchash usullari.**

Nazorat obyekt immitatorlarini joylashtirish, ya'ni manba nurlanishiga joylashtirib, Xarakatlanishini chetlashtirish. Bagaj, kichik va katta o'lchamga ega bo'lgan yuklar tekshiruvi uchun mo'ljallangan rentgen qurilmalarining mumkin bo'lgan sirtini skanerlanish jarayonini kuzatish. Ximoya shkafiga yopishtirilgan eshiklar chizig'ining yo'nalishi bo'ylab o'lchangan nuqtalar orqali radiatsion monitoring o'tkazish.

**TA'LIMNI TASHKIL ETISH SHAKLLARI**

Ta'limni tashkil etish shakllari aniq o'quv materiali mazmuni ustida ishlayotganda o'qituvchini tinglovchilar bilan o'zaro Xarakatini tartiblashtirishni, yo'lga qo'yishni, tizimga keltirishni nazarda to'tadi.

Modulni o'qitish jarayonida quyidagi ta'limning tashkil etish shakllaridan foydalaniladi:

- ma'ruza;
- amaliy mashg'ulot;
- ko'chma mashg'ulot.

O'quv ishini tashkil etish usuliga ko'ra:

- jamoaviy;
- guruhli (kichik guruhlarda, juftlikda);
- yakka tartibda.

**Jamoaviy ishlash** – Bunda o‘qituvchi guruhlarining bilish faoliyatiga rahbarlik qilib, o‘quv maqsadiga erishish uchun o‘zi belgilaydigan didaktik va tarbiyaviy vazifalarga erishish uchun xilma-xil metodlardan foydalanadi.

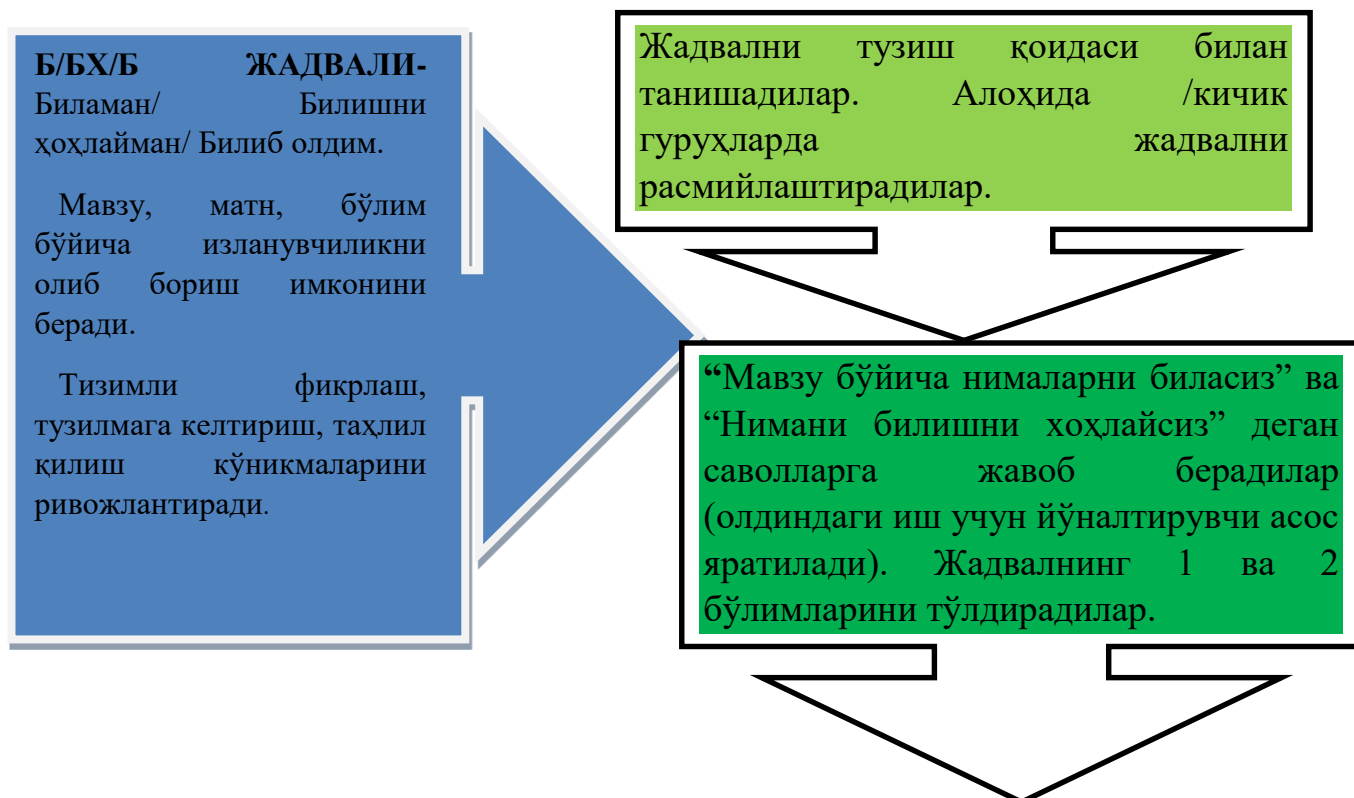
**Guruhlarda ishlash** – bu o‘quv topshirig‘ini hamkorlikda bajarish uchun tashkil etilgan, o‘quv jarayonida kichik guruhlarda ishlashda (3 tadan – 7 tagacha ishtiroqchi) faol ro‘l o‘ynaydigan ishtiroqchilarga qaratilgan ta’limni tashkil etish shaklidir. O‘qitish metodiga ko‘ra guruhni kichik guruhlar, juftliklarga va guruhlar ora shaklga bo‘lish mumkin.

*Bir turdagi guruhli ish* o‘quv guruhlari uchun bir turdagi topshiriq bajarishni nazarda to‘tadi.

*Tabaqalashgan guruhli ish* guruhlarda turli topshiriqlarni bajarishni nazarda to‘tadi.

**Yakka tartibdagi shaklda** – har bir ta’lim oluvchiga alohida – alohida mustaqil vazifalar beriladi, vazifaning bajarilishi nazorat qilinadi.

## II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI B/BX/B JADVALI METODI



Маърузани тинглайдилар, мустақил ўқийдилар.

Мустақил/кичик гуруҳларда жадвалнинг 3 бўлимни тўлдирадилар

### B-B-B metodi

Bilaman	Bilishni xohlayman	Bilib oldim

### “Elpig‘ich” metodi

Bu metodi murakkab, ko‘ptarmoqli, mumkin qadar, muammo xarakteridagi mavzularni o‘rganishga qaratilgan.

Methodining mohiyati Shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha bir yo‘la axborot beriladi. Ayni paytda, ularning har biri alohida nuqtalardan muhoqama etiladi. Masalan, ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari belgilanadi.

Bu interfaol metodi tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o‘z g‘oyalari, fikrlarini yozma va og‘zaki shaklda ixcham bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi.

“Elpig‘ich” metodi umumiy mavzuning ayrim tarmoqlarini muhoqama qiluvchi kichik guruhlarining, har bir qatnashuvchining, guruhning faol ishlashiga qaratilgan.

“Elpig‘ich” metodi umumiy mavzuni o‘rganishning turli bosqichlarda qo‘llanishi mumkin.

**-boshida:** o‘z bilimlarini erkin faolashtirish;

**-mavzuni o‘rganish jarayonida:** uning asoslarini chuqur fahmlash va anglab etish;

**-yakunlash bosqichida:** olingan bilimlarni tartibga solish.

#### **“Elpig‘ich” metodining afzaligi:**

- ✓ kichik guruhlarda ishlash mahorati oshadi;
- ✓ muammolar, vaziyatlarni turli nuqtai nazardan muhoqama qilish mahorati shakllanadi;
- ✓ murosali qarorlarni topa olishi;
- ✓ o‘zgalar fikrini hurmat qilish;
- ✓ xushmuomalalik;
- ✓ ishga ijodiy yondashish;
- ✓ faollik;

#### **“Elpig‘ich” metodining kamchiligi:**

- ✓ ta’lim oluvchilarda yuqori motivatsiya talab etiladi;
- ✓ ko‘p vaqt talab etilishi;
- ✓ shavqun siron bo‘lishi;
- ✓ baholash qiyinchilik to‘g‘dirishi.

<b>Afzalliklari</b>	<b>Kamchiliklari</b>

<b>Xulosa:</b>	

### III. NAZARIY MATERIALLAR

#### 1-mavzu: Rentgenologik xizmatni tashkil etish va tekshirish usullari.

##### Reja:

1. V.K. Rentgenning hayoti va ijodi, rentgen nurining kashf etilish tarixi
2. Rentgen nurlarining xususiyatlari
3. Rentgenologiyaning rivojlanishi va rentgenologik xizmatni uyushtirish

**Tayanch so'zlar:** X-nurlar, Gittorf-Kruks trubkasi, rentgenoskopiya, plenka, ionizatsiya, manba, rentgen kabinet

#### 1. V.K. Rentgenning hayoti va ijodi, rentgen nurining kashf etilish tarixi:

Ulug' nemis olimi Vilgem Konrad Rentgenning hayoti to'g'risida ma'lumot kam. Uning ilmiy ishlari shaxsiy xatlari vasiyatiga ko'ra yo'q qilingan. Zamondoshlari va shog'irdlari V.K. Rentgenni kamtar, xaddan tashqari insofli va mehnatsevar, lekin odamovi, badjaxl, kam muloqotli, prinsipial inson sifatida eslaydilar.

V.K. Rentgen 1845 yil 27 martda Germaniyaning Gollandiya chegarasiga yaqin Shaxarchasi Lennepda tug'ilgan. Uning otasi Fridrix Konrad Rentgen kichik fabrikaning egasi va kichikroq savdogar bo'lgan. Onasi - Charlotta Konstansa Gollandiyaning boy va madaniyatli oilasidan bo'lgan. V.K. Rentgen bolalik davrining ko'p qismini Gollandiyada o'tkazgan. U yerda mashinalar va asboblarni yaratish bilan shug'ullangan. U

tabiatni, ov qilishni va otda yurishni yaxshi ko'rgan.

V.K. Rentgen o'rta ma'lumot ololmagan, chunki u bir o'rtog'ining qilmishlari uchun gimnaziyadan haydalgan. Yetuklik attestati olish uchun imtixon topshirishga o'rinib ko'rgan, lekin topshira olmagan. 1865 yilning bag'orida V.K. Rentgen oilasi Shveysariyaga ko'chadi va onasining qistovi bilan yetuklik attestatisiz ssyurixdagi politexnika institutiga kiradi. Studentlik davrida kichik studentlar uchun xizmat qiladigan restoran ho'jayininining qizi Berta Lyudvigni sevib qolib mashg'ulotlarga qatnashmay qo'yadi va institutdan xaydalishga kelib qoladi. Lekin bo'lgusi qaylig'ining aqlliligi tufayli V.K. Rentgen astoydil o'qishga kirishadi.

1868 yili 24 yoshida institutni bitirib mashinasozlik injeneri diplomini olgach, bir yildan so'ng doktorlik darajasini olish uchun dissertatsiya yoqlaydi, Shundan keyingina Bertaga unashtiriladi.

Studentlik davrida V.K. Rentgen olim Avgusta Kundtning eksperimental fizika laboratoriyasida ishlaydi, keyinchalik va fizika kafedrasida assistent vazifasida faoliyat olib boradi. Rentgen yunon va lotin tillarini mukammal biladi. 1872 yilda Kundt kafedra professori o'z o'rniga 27 yoshli Rentgenni taklif qilinadi. Ammo Vyursburg universitetining akademiklik bunga qarshilik qilishadi, natijada Rentgen professorlikka saylanmaydi, professor Kundt esa o'z lavozimidan kechadi va Rentgen bilan birga Vyursburgdan Strasburgdagi universitetga borib joylashadi.



1875 yilda Rentgen Shtutgarddan pastdagi Gogengeym qishloq xo'jalik akademiyasiga professorlik lavozimiga taklif qilinadi. Bir oz vaqtdan so'ng u Gissenga ko'chadi, u yerda juda ham mashhur fizik-tajribakor unvoniga ega bo'lib, ko'plab ilmiy ishlar nashr yettiradi.

1888 yilda 43 yoshida kafedra mudiri lavozimida taklif etiladi va fizika laboratoriyasining kaliti ham unga topshiriladi. Bu yerda u o'zining ilmiy-tadqiqotlari bilan butun

dunyog'a mashhur bo'ladi. Ko'p o'tmay u Vyursburgdagi fizika institutiga direktor qilib tayinlanadi va bu yerda «sirli» nurni kashf etadi.

Katod nurlari ustidagi tajribalariga Rentgen puxta tayyorlangan. U hech qanday yorug'lik va katod nurini o'tkazmaydigan shlof tayyorlaydi, uning ichiga Gittorf-Kruks trubkasini joylaydi. 1895 yil 8 noyabr oqshomida Rentgen katod nuri ustida tajriba o'tkazadi. Qorong'u sharoitda ishlaganida har gal katod nurini ulaganida u bariy platinotsianid bilan qoplangan kartonning yorishini kashf etadi. Bunday hodisa uni juda qiziqtiradi. Noma'lum hodisadan hayratda qolgan Rentgen laboratoriyadan tashqariga chiqmay, vaqt-vaqti bilan ovqat keltirib turishni xotinidan iltimos qiladi. Laboratoriyaga yig'ma haravot qo'yib, yetti xafta xech qayyerga chiqmaydi. Birinchi navbatda sirli «X» nurini topib elliginchi kuni u laboratoriyadan chiqadi. Bir necha bor o'tkazilgan tajribalar Rentgenda trubka elektr to'kiga ulanganda katod va yorug'lik nurlaridan tashqari yana bir noma'lum nur sochadi, u esa trubkaning oynasidan, yorug'lik o'tkazmaydigan g'ilofdan va qalin qavatli havodan o'tish xususiyatiga ega ekanligiga ishonch hosil qiladi. Rentgen elektrga ulangan trubka bilan ekran orasiga qalin kitob qo'yganida, ekranning yorishib turishini ko'radi. U noma'lum nurning ichkariga chuqur kirib borish xususiyatini aniqlaydi. Bundan keyin o'tkazgan tajribalarida noma'lum nurning metallardan ishlangan yuka plastinkadan bemalol o'tishi va qalin plastinkadan o'tolmasligini aniqlaydi. Turli metallardan ishlangan bir xil qalinlikdagi plastinkalar noma'lum nurni o'zidan har xil o'tkazish va ushlab qolish xususiyatiga ega ekanligi ma'lum bo'ladi. So'ngra fotoplastinkaning yorug'lik sezgir qavatiga nurning fotokimyoviy ta'siri borligini topadi. Bu hodisani nazarga olib u Kruks trubkasi tagiga ekran o'rniga yog'ochdan tayyorlangan kasseta ichida joylashgan fotoplastinkani qo'yadi va Bular orasiga o'zining ko'l panjasini kirgizadi. Fotoplastinkaga ishlov byerganida ko'l panjasining suyaklari yakkol tasvirlanganini ko'radi, bu esa nur teri, muskullar va yog'ochdan ichkariga o'tish xususiyatiga egaligini yana bir bor tasdiqlaydi.



Rentgen nuri kashf etilishidan 10 yil oldin rus fizigi A. Kaminskiy shunga o'xshash nur topgan va surat olgan edi. Bu nurni u fotokimyoviy nur deb atagan, lekin uni vaqtida ma'lum qilmagan.

Rentgen o'tkazgan tajribalarida noma'lum «X» nurining kuchi kvadrat masofada kamayishini, modda yoki predmetdan o'tishi, ekranni yoritishini, fotokimyoviy va boshqa xususiyatini, uning tarqalishini va magnit maydonida qiyshaymasligini aniqladi.

Ko'p tadqiqotlardan so'ng u o'zining tekshirish natijalari to'g'riligiga va aniqligiga ishonch hosil qilgach, ularni tushuntirish tezisi qilib «Yangi xil nur» deb atab bayon qiladi.

Rentgen bir necha kun ichida dunyoning mashxur fizik olimlariga tezisni tarqatadi, 1895 yil 28 dekabrda «Vyursburg fizika- meditsina jamiyatining axborotlari»da bayon etadi.

1896 yil 23 yanvarda Rentgen Vyursburg tabiiyotshunoslar va vrachlar jamiyatining kengashida birinchi marta o'zi kashf etgan nur to'g'risida ochiq-oydin fikr bayon qiladi. Raislik vazifasini bajaruvchi mashxur anatom Kelliker hammani hayratda qoldiradigan bu antiqa «X» nurni Rentgen nuri deb atashni taklif qiladi va bu taklif qabul qilinadi. Shu kundan boshlab AQSH va bir qancha davlatlardan tashqari butun dunyoda rentgen nuri deb atala boshlaydi.

Kamtarin professor V. K. Rentgenning nomi bir necha kun ichida butun dunyoga ma'lum bo'ladi, nemis xalqi uning ulug' kashfiyotini tantana bilan nishonlaydi.

Rentgenning «Yangi xil nur» nomli risolasi qisqa vaqt ichida bir necha marta chop etiladi va ingliz, fransuz, rus va boshqa tillarga tarjima qilinadi. «X» nuri qisqa muddatda har tomonlama o'rganilib texnika, tibbiyot va boshqa sohalarda keng qo'llana boshlaydi.

1896 yilda Bekkerel tabiiy radioaktivlikni kashf etishida Rentgen kashfiyoti asosiy omil bo'ldi.

Rentgenning shog'irdi akademik A.I. Ioffe o'zining xotiralarida shunday

yozadi. «Rentgen nurlari atomning sirtqi qavatini teshib o‘tdi, uning ichkarisiga kirdi, keyinchalik tabiatning taraqqiyoti bilan bu nurlar atom energiyasining topilishiga sharoit yaratdi». Rentgen kashfiyotidan keyin 1897-1898 yillarda katod nurining kelib chiqishi chuqur o‘rganildi va bu E. Rezerford hamda N. Borga atom nazariyasini yaratish va modelini tuzishga imkon berdi.

Rentgen katod trubkasi o‘rniga ishlatila boshlangan rentgen trubkasi uchun berilgan patent haqidan voz kechib, mening kashfiyotim butun insoniyatniki va unga xizmat qilishi kerak, deydi.

Jahonning birinchi fizigi V.K. Rentgenga buyuk kashfiyoti uchun 1901 yilda Nobel mukofoti beriladi. Butun dunyodan u 100 dan ortiq mukofot va faxriy unvonlar oladi, Bular orasida Sankt- Peterburg rus vrachlar jamiyati, Smolensk, Odessa va Novorossiysk universitetlari ham bo‘lgan.

Rentgen 1914-1918 yillardagi urushning og‘ir mashaqqatlarini boshidan kechirdi. U kamtarin, kamsuqum va soddadil inson sifatida turli ilmiy jamiyatlardan olgan hamma oltinlar va oltin medallarni davlat xazinasiga topshiradi. Shuning uchun umrining oxirgi yillarida juda muxtojlikda yashagan.

1919 yilda Rentgen kafedradan ketadi. Shu yili uning xotini vafot etadi, ularning farzandi bo‘lmagani uchun Rentgen yolgiz qoladi va 1923 yil 10 fevralda Myunxen shaxrida yug‘on ichak rakidan 78 yoshida vafot etadi, 13 fevralda jasadi kuydirilib, dafn etiladi. Rentgenning vasiyatiga ko‘ra uning xoqi solingan ko‘racha Gissanga ko‘chiriladi va Rentgenlar oilaviy mozoriga, xotinining qabri yoniga ko‘miladi.

Hukumat buyuk olimga chuqur hurmat va ehtirom bildirib, u xayotligidayoq rassom N.I. Altman loyihasi bo‘yicha dunyoda birinchi bo‘lib rentgenologiya, radiologiya va rak (u vaqtda shunday atalgan) institutining oldiga xaykal qo‘ygan.

Rentgen vafotining 5 yilligi munosabati bilan 1928 yil 17 fevralda shu joyga xaykaltarosh V.A. Sinayskiy ishlagan bronza byust tantanali ravishda

o‘rnatiladi. Bu tantanada Rentgenning shog‘irdlari professor M.I. Nemenov, akademik A. F. Ioffe, maorif xalq komissari A.V. Lunacharskiy ishtiroq etadi. Peterburgdagi institut joylashgan Litsey ko‘chasiga V.K. Rentgen nomi beriladi. Rentgenologiya fani ham Rentgen nomi bilan bog‘liq.

## **2. Rentgen nurlarining xususiyatlari**

Rentgen nurlarining kashf etilishi fizika, kimyo, ayniqsa tibbiyot fanining rivojlanishida katta imkoniyat yaratdi. Rentgen nurlarining asosiy xususiyatlari: kirish, singish va tarqalish, ba‘zi moddalarni yoritish (lyuminessensiya), fotokimyoviy, ion hosil qilish va biologik ta‘sir ko‘rsatadi.

Rentgen nurlari to‘g‘ri chiziqdek tarqaladi, tezligi yorug‘lik nuriga teng, zaryadi yo‘q bo‘lib, kvant nurlari qatoriga kiradi. Gamma-nuri bilan bir xil ta‘sir ko‘rsatadi. U ko‘zga ko‘rinmaydi, xidi yo‘q, rangsiz bo‘lib, odamning badanidan o‘tganda, kishi xech narsa sezmaydi. Nurlarning ichga kirish xususiyati ularning to‘lqin uzunligiga bog‘liq, agar ularda «qattiq» nurlar ko‘p bo‘lsa, ichga kirish «yumshoq» nurlarga nisbatan ko‘proq bo‘ladi. Yuqori kuchlanishli elektr to‘kini tartibga solish yo‘li bilan nurlarning ichga kirish xususiyati sifati va miqdorini o‘zgartirish mumkin. Nurlarning ichga kirish tezligi odamning badani, turli narsalar va moddalardan o‘tayotganda o‘zgaradi. Bu ularning qalinligi, qattiqligi, solishtirma og‘irligi va kimyoviy tuzilishiga bog‘liq. Jism qancha qalin va atom og‘irligi qancha ko‘p bo‘lsa, u Shuncha ko‘p nurni singdiradi va o‘zidan har tomonga taratadi. Masalan, bariy sulfat va qurg‘oshin uncha ko‘p nur o‘tkazmaydi, shuning uchun qalinligi 1 mm bo‘lgan ko‘rgoshin rentgen nurlaridan saqlanishda to‘siq sifatida ishlatiladi. Aksincha, gaz va havo rentgen nurlarini singdirmay va ushlab qolmay, hammasini o‘tkazib yuboradi.

Rentgen nurlari moddaning ichiga kirganda uni ikkinchi darajali rentgen nurlarini chiqaradigan manbaga aylantiradi, o‘zi esa hamma tomonga tarqalib ketadi, bunda oldinga taralish, orqaga nisbatan ko‘proq bo‘ladi.

Rentgen nurlari bilan yoritilgan ekranda ko‘rinish va plenkada qorongi soya paydo bo‘lishi nurlarning ichga kirish xususiyatlariga, ularning singishi turli moddalar, jismlar, narsalar va to‘qimalardan o‘tishiga bog‘liq. Ana Shu xususiyatlarga qarab ekran yoki plenkada soya yoki yorug‘lik turli darajada ifodalanadi.

Rentgen nurlarini suyaq to‘qimasi hammadan ko‘p, muskul, tog‘ay va yog‘ to‘qimasi kamroq, tomir va nervlar juda kam singdiradi, o‘pka to‘qimasi esa deyarli singdirmaydi. Shuning uchun o‘rganlarni ekranda ko‘rganda, ekran turlicha yoritiladi. Nurlar o‘pkadan o‘tganda ekranni juda ham yorug‘lik qiladi, yurak va yirik tomirlar oldida ekran yorug‘ligi kamayadi, qovurg‘alarlar va umurtqa suyagi oldida ekran qorong‘i bo‘ladi. Shuning uchun ko‘krak qafasi ekranda turli soyalar paydo qiladi (tabiiy kontrast sharoit), bu esa o‘rganlarning sog‘lom yoki kasalligini aniqlashga imkon beradi. Bularning hammasi rentgenologik tekshirish usullari yaratilishiga asos .

Rentgen nurlari qadmiy sulfat, ruh sulfat, kalsiy volframat kabi moddalarda singib, ularni shu‘lalanish xususiyatiga ega qiladi (lyuminessensiya), buni qorong‘ida ko‘rish mumkin. Shu‘lalanadigan moddalar lyuminaforlar deb ataladi. Bu hodisa yorug‘lanuvchi (flyuoressensiyalanuvchi) ekran tuzishga imkon berdi. Ekran esa rentgen nurlari ta‘sirida sariq-yashil rangda yorug‘lanadi. Bundan tashqari, surat olishda ishlatiladigan kuchaytiruvchi ekran ham yaratildi, u binafsha-ko‘k rangda yorug‘lanadi.

Ekraning yorug‘lanishi, ravshanligi rentgen nurlarining «qattiqligiga» va ekran yorug‘lik sezuvchi qavatining tarkibiga kiradigan moddalarga bog‘liq. Ekran qancha ravshan yorishsa, detallarni shuncha yaxshi ajratish mumkin bo‘ladi. Ana shu asosida ekranda ko‘rish (rentgenoskopiya) usuli paydo bo‘lgan.

Rentgen nurlarining fotokimyoviy xususiyati, uning fotomateriallar (plenka, qog‘oz) ning yorug‘lik sezuvchi qavatiga ta‘sir qilishiga asoslangan,

natijada ular tasviri yoritilganda qorayish paydo bo'ladi. Yorug'lik sezuvchi qavat tarkibi jelatina va kumush galoididan iborat. Kumush galoidi - kumush bilan brom yoki xlorning kimyoviy birikmasidir. Bulardan kumush bilan brom birikmasi har xil nurlar va yorug'lik energiyasiga juda ham sezgir.

Obyekt suratini, olishda (rentgenografiya) rentgen nurlari undan o'tganda ozgina singadi va yana ozginasi plenkaga etib boradi. Tasvirni yorituvchi eritmada plenkaga ishlov berilganda eritma fotomaterialning emulsiya qavatiga kiradi, unda kumush bromid mikroqristallari bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadi. Natijada nurlangan kumush bromid parchalanib, toza metall kumushi paydo bo'ladi. Shunday qilib, tasvirni yorituvchi eritma ta'sirida dastavval yashirin holatda bo'lgan mikroqristallar ifodasi tiklanadi. Tasvir yoritilgandan so'ng plenkaning emulsiya qavatida 20-25 % tiklanmagan kumush bromid bo'ladi, u qotirish jarayonida erib, foto tasvir qavatidan chiqarib tashlanadi va natriy tiosulfat eritmasi tagiga kumush metali sifatida cho'kadi. Bu xususiyat asosida rentgen nurlari bilan surat olish (rentgenografiya) paydo bo'lgan.

**Ionizatsiya xususiyati.** Rentgen nurlari havoni ionlashtiradi. Ular havo va gazlardan o'tganda neytral molekullarni parchalab, musbat va manfiy ionlar hosil qiladi. Shuning uchun rentgen apparat ishlaganda rentgen kabinetining havosi ionlangan bo'ladi. Tabiiy va sun'iy radioaktiv nurlar ionlashtirish xususiyatiga egadir. Shuning uchun rentgen va radioaktiv nurlar ionizatsiya qiluvchi nurlar deb ataladi.

Nurlarning hamma turlari, manba (asos) qayerda bo'lishidan qat'i nazar, gavda to'qimalariga tekkanda va ichiga kirganda, ularga singib, o'zgarish hosil qiladi. Bu o'zgarish asosida birinchi galda fizikaga oid jarayon bo'lib, nurlarning modda bilan o'zaro to'qnashishi natijasida ionlashgan va notinchlangan molekullar hosil bo'ladi.

Moddalar va tirik to'qimalarning ionlanish samarasi asosan nurlarning ularda singishi va turiga bog'liq. Rentgen nurlari maddalarni o'z-o'zidan ionlashtirmaydi, singish va har tomonga nur taralish natijasida ikkilamchi

elektron hosil qiladi, u esa nur singdirgan o'rganni ionlashtiradi. Shuning uchun rentgen nurlari ikkilamchi ionlashtirish xususiyatiga ega.

Rentgen nurlarining biologik ta'siri Rentgenga etarli ma'lum bo'lmagan. Lekin u katod trubkasini elektr to'kiga ulaganda qo'rg'oshin plastinkasi bilan qoplangan metallardan ishlangan shkafning orqasiga berkingan, bu esa uni nur ta'siridan saqlagan.

1896 yilda rus fiziologi I.R. Tarxanov birinchi bo'lib rentgen nurlarining biologik ta'sirini o'rgandi. Keyinchalik ko'p vrachlar, injenerlar va rentgen laborantlar nobud bo'laverishi natijasida rentgen nurlarining biologik ta'siri borligi yanada oydinlashdi. Chunki ular o'z tajribalarida rentgen nurlarining ta'sirini sezdilar va har kuni ish vaqtida muntazam ravishda qo'l terisi nurlanishini boshlaridan o'tkazdilar. Qo'l terisi rentgen nuri bilan shikastlanganda kaft orqasi ko'rib, rangdor dog'lar paydo bo'ladi, har bir odamning qo'l panjalaridagi o'ziga xos juyaklar silliqlashadi, tirnoq ko'rib, sina boshlaydi va terida sugal paydo bo'ladi. Shikastlangan teriga keyinchalik og'riydigan «nurli yara» chiqib, teri rakiga aylanadi. Nurlanish va kasbga aloqador teri raki kasalligidan S.V. Golberg, S.P. Grigorev, N.N. Isachenko, YA.M. Rozenblat va boshqa vrachlar, rentgen laborant I.I. Lansevich va boshqalar, chet davlatdan Albers-Shenberg, Levi-Dorn (Germaniya), Golsknext (Avstriya), Bergon (Fransiya) va boshqalar vafot etdilar.

Rentgen nurlarining biologik ta'sir kuchi va xarakteri yorug'lik beruvchi nurlarning biologik ta'sir kuchidan keskin farq qiladi va undan ancha kuchlidir.

Rentgen nurlari hujayralar, to'qimalar, o'rganlar va umuman tirik o'rganizmida o'zgarishlar keltirib chiqarish xususiyatiga ega. Bu o'zgarishlar rentgen nurlari energiyasining biologik obyektida singishi va ionlanish hosil bo'lishi munosabati bilan u yerda ionlashgan va notinchlangan molekulalar paydo bo'lishidan kelib chiqadi. Bu kimyoviy aktiv molekulalar o'zaro hamda tirik moddalar atomi bilan reaksiyaga kirishib, natijada yog'lar,

fermentlar, nukleoproteidlar va nuklein kislotalarda kimyoviy bog'lamni uzib, kimyoviy aktiv radikallar hosil qiladi. Bu jarayonda suvning dastlabki ionlanishi (hujayra suyukligi) katta ahamiyatga ega. Suv molekularining dissotsiatsiyasi natijasida «N» va «ON» radikallar paydo bo'lib, ular to'qimalarda katta kimyoviy aktiv peroqsid birikmalar hosil bo'lishiga olib keladi. Bu birikmalar suvda erigan moddalar molekulari bilan o'zaro ta'sirlanib, radiatsion-kimyoviy reaksiyani hosil qiladi, natijada oqsillar parchalanib, aminosislota va gistaminga o'xshash birikmalar paydo bo'ladi, ular tanaga zaharli ta'sir ko'rsatadi. Bu jarayonlar hujayrada va hujayralararo moddalarda murakkab fizik-kimyoviy o'zgarishlar vujudga keltiradi.

Rentgen nurlarining biologik faoliyatida nerv, endokrin, gormonal sistemalar va umuman organizmning immunobiologik ahvoli juda muhim ro'l o'ynaydi. Rentgen nurlari ta'sirining oxirida to'qimalarda distrofik o'zgarishlar rivojlanadi, tirik to'qimalar nobud bo'ladi, ular funksiyasini yo'qotadi.

Rentgen nurlarining biologik ta'siri nurlangan o'rganizmda morfologik o'zgarish keltirib chiqaradi va o'rganlar funksiyasining buzilishiga olib keladi, u yerda qaytmas yoki qaytar jarayon ro'y beradi. Bundan shunday xulosa kelib chiqadiki, odam va hayvonlar o'rganizmidagi hamma hujayra va to'qimalar nurlarga ta'sirchandır. Morfologik o'zgarishlar va funksional buzilishlar darajasi nurlar turi va mikdori hamda nurlangan to'qimalar hajmiga bog'liq. Ma'lumki, odamni bir marta 0,026 K1/kg dan (sistemadan tashhari 100 R) ko'proq nurlantirilsa, unda o'tkir nurlanish kasalligi boshlanadi. Agar belgilangan mikdordan ko'proq (PDD) nur bilan uzoq vaqt davomida takror nurlantirilsa, surunkali nurlanish kasalligi paydo bo'lishi mumkin.

Odam va hayvon to'qimalari hamda o'rganlari rentgen nurlari ta'sirini har xil sezadi. Limfa to'qimasi, qora taloq, kumik, ichak shilliq pardasi, tuxumdon, moyak va boshqalar juda tez; teri, usayotgan suyak, tomirlar sistemasi, ko'z markaziy va periferik nerv sistemasi, o'pka, jigar, buyrak o'rtacha; muskul, tog'ay, suyak va boshqalar kam sezadi. Rak hujayralari sog'lom hujayralarga

Qaraganda ko'proq nurlanadi. Shuning uchun o'smalarni davolashda rentgen nurlaridan foydalaniladi. Shunday qilib, meditsinada rentgen nurlari kasalliklarni aniqlashda (rentgendiagnostika) va davolashda (rentgenoterapiya) qo'llaniladi.

### **1.3. Rentgenologiyaning rivojlanishi va rentgenologik xizmatni uyushtirish**

Rentgen nurlari kashf etilishi bilan Rossiyada u keng qo'llanila boshlagan. 1896 yildan N.G. Egorov, I.I. Borgman, V.N. Tonkov, P.N. Lebedev kabi olimlar rentgen nurlarining xususiyatini qunt bilan o'rgana boshladilar.

1896 yil 13 fevralda V. N. Tonkov skeletni rentgen nurlari bilan tekshirishda olgan ijobiy natijalari to'g'risida axborot berdi. Usha yilning mart oyida prof. N.V. Sklifasovskiy rentgen nurlarini ishlata boshlagan. Uning ko'rsatmasi bo'yicha prof. N.G. Egorov rahbarligida harbiy meditsina akademiyasining fizika laboratoriyasida rentgen laborant N.N. Georgievskiy singan bilak suyagini rentgen nurlari bilan Rossiyada birinchi bo'lib suratga olgan. Tez orada qo'l kaftiga kirib qolgan ninani rentgen nurlari yordamida olib tashlash operatsiyasi o'tkazildi.

Prof. A. S. Popov qunt bilan rentgen nurlarini o'rganadi va o'z qo'li bilan Kronshtadtdagi harbiy dengiz hospitali uchun Rossiyada birinchi rentgen qurilmasini yaratadi. Kasallarni tekshirishda shaxsan o'zi qatnashadi. Dotsent I.F. Kotovich 1897 yilda vatan rentgenologiyasining yutuqlariga bag'ishlangan risola chop qiladi. Tez orada I.R. Tarxanov rentgen nurlari odam o'rganizmiga ta'sir qilganida nerv sistemasida ro'y beradigan reaksiyaga bag'ishlangan ajoyib tekshirishlar natijalarini bayon qiladi. 1903 yilda E.S. London, V.S. Jukovskiy, M.N. Goldberglar rentgen nurlarining nerv sistemasiga ta'siri to'g'risidagi fikrlarini e'lon qilishdi. N.N. Cherkasov kuchaytiruvchi ekran yaratib, meditsina rentgenologiyasining taraqqiyotiga katta hissa qo'shdi. Yirik rus xirurgi N.A. Velyaminov Xarakatdagi frontda rentgen nurlarini ishlatish fikri bilan chiqdi. Rus-yapon urushida Harbinga



yaqin erlardagi frontda rentgen nurlari ishlatilgan. ssusimada yaralangan matroslarga yordam berish uchun «Avrora» harbiy kemasi vrachi V.S. Kravchenko birinchi bo'lib rentgen nurlarini ishlatgan, u «Oleg» va «Jemchug» kryoyserlarining yaralangan matroslariga ham yordam byergan.

CHor Rossiyasida texnika qoloqligi sababli meditsina rentgenologiyasi syokin rivojlangan. Birinchi jahon urushi arafasida Chor Rossiyasida atigi 142 rentgen kabineti bo'lgan, u ham xususiy mulk egalari qo'lida bo'lib, uchdan bir qismi Peterburgda joylashgan edi. Birinchi jahon urushida (1914-1918) meditsina ilmiy jamiyati tomonidan bir nechta ko'chma-rentgen qurilmasi tuzilib, ularda suyak sistemasi tekshirilgan, shu yo'l bilan ko'p yarador askarlarga yordam berilgan. Sovet hoqimiyati yillarida vatanimizda rentgenologii xizmat muvaffaqiyatli rivojlanib bordi. Grajdanlar urushining og'ir sharoitiga, vayronalikka, ocharchilikka va qashshoqlikka qaramay 1918 yilda prof. M.I. Nemenovning tashabbusi, maorif xalk komissari A.V. Lunacharskiyning aktiv yordami bilan Petrograd da vatanimizda birinchi rentgenologiya, radiologiya va rak kasalligi instituti tashkil etildi. Keyinchalik bunday institutlar Moskva, Kiev, Harkov, Rostov-Don, Sverdlovskiy, Voronejda, Ulug vatan urushidan keyin deyarli hamma ittifoqdosh jumxuriyatlarning markazlarida ochildi.

Vatanimizda rentgenologiya fanining rivojlanishiga mashxur olimlar A.V. Ayzenshteyn, L.L. Golst, S.P. Grigorev, L.YA. Dilon, G.A. Zedgenidze, M.I. Nemenov, A.E. Prozorov, S.A. Reynberg, I.R. Reshitilo, YA.M. Rozenblat, A.D. Ribinskiy, I.L. Tater, I.R. Tarxanov, V.A. Fanarjyan, A.A.sseytlin, I.G. Shlifer va b.k. katta hissa qo'shdi.

Sovet hukumatida Shaxar va qishloqlarda barchaga barobar rentgenologiya xizmati ko'rsatila boshladi. Vatanimizda hamma tibbiyot oliy bilimgoxlari va vrachlar malakasini oshirish bilimgoxlarida rentgenologiya va tibbiyot radiologiyasi kafedralari bor. Barcha tibbiyot ilmiy tadqiqot bilimgoxlarida. va sog'liqni saqlash o'rganlariga qarashli davolash-profilaktika muassasalarida rentgen kabinetlar mavjud. Shaxar va qishloqlardagi rentgen diagnostika

kabinetlari zamonaviy apparatlar bilan jihozlangan. Hozir vatanimizda ishlab chiqariladigan «RUM-20» ryontgendiagnostika apparati ikki ish stoliga ega. Germaniyada ishlab chiqariladigan «TUR-1001» va «TUR-D-1500» markali apparat rentgenologik tasvirni kuchaytiruvchi (URI) moslama va televizor priyomnigi bilan jihozlangan bo'lib, 2-4 ish stoliga ega; Vengriyada ishlab chiqariladigan «EDR-750», «Diagnomaks-125» va «Neodiatnomaks-125» markali apparatlarda rentgenologik tasvirni kuchaytiruvchi moslama va televizor priyomnigi bor. Chexiya-Slovakiyada ishlab chiqariladigan «Xirodur-125» va «Duro'lyuks» markali apparatlar 2-3 ish stoliga ega.

Mamlakatimizda texnika taraqqiyoti tufayli tekshirish natijalari to'g'risida ko'p axborot olish mumkin bo'lgan, ishonchli rentgenologik tasvir olinadigan, bemor hamda rentgen kabineti.

Sovet rentgenologiyasining hozirgi zamoy natijalari mashxur olimlar YU. I. Arkusskiy, L. YA. Dillon, V. V. Zodiey, V. A. Dyachenko, M. A. Ivanitskaya, S. L. Kopelman, E. M. Kagan, E. L. Kevesh, I. G. Lagunova, L. D. Lindenbraten, V. S. Maykova — Stroganova, D. G. Roxlin, I. X. Rabkin, L. S. Rozenshtaux, YU. N. Soqolov, A. YA. Pitel, I. A. Shexter va b. k. nomi bilan bog'liq.

S. I. Slonim va M. M. Medzievich O'zbyokiston rentgenologiyasining birinchi pionerlari bo'lishgan. Sovet rentgenologiyasining rivojlanishiga jumhuriyatimizning rentgenolog olimlari: prof J. M. Abdurasulov, A. A. Ajimullaev, S. A. Molchanov (ToshMIda rentgenologiya kafedrasining asoschisi), SSSR MFA muxbir a'zosi J. N. Maxsumov, prof. A. R. Mansurov, SH. M. Mirganiev, T. M. Mirzaev, N. K. Murodxujaev, L. B. Naumov, dotsentlardan B. N. Kalmikov, M. N. Kochergina, K- E. Nikishin va boshqalar katta hissa kushishgan. Jumhuriyatimizda birinchi tomografii yaratgan rentgen-texnik N. P. Gajievskiy alodida hurmatga sazovordir.

Rentgenologiyaning taraqqiyoti tufayli rentgenoosteologiya, rentgenopulmonologiya, rentgenoangiohardiologiya, rentgenogastroentero'logiya, rentgenouro'logiya, rentgenostomatologiya

sodalari vujudga keldi.

Hozir tibbiyotda rentgenologiya usullaridan foydalanmaydigan soha yo‘q. Bu usullar ko‘pincha asosiy o‘rinni egallaydi. Ular bemorlarni klinik tekshirish va aholining sog‘lom kontingen- tini profilaktik tekshirishdan o‘tkazishda, ayniqsa dispanserizatsiya qilishda yetakchi usul hisoblanadi.

Rentgen kabineti — kasalxona va poliklinikalarda bemorni tekshirish uchun rentgen apparatlari bilan jihozlangan maxsus xona.

Rentgen nurlarini olish uchun manba — elektr to‘ki va rentgen apparata kerak. Ishlatiladigan elektr to‘ki o‘zgaruvchan bo‘lib, uning kuchlanishi 127, 220 yoki 380 V. Hozirgi rentgendiagnostika apparatlari yuqoridagi kuchlanishning hohlaganiga ulanishi mumkin.

Tibbiyot rentgendiagnostika apparatlari tuzilishi va ishlatilishiga qarab ekran orqali ko‘radigan (rentgenoskopiya), suratini oladigan (rentgenografiya) va maxsus ishlangan - siydik yo‘lini tekshiradigan (uro‘logik), yurak-tomirni tekshiradigan (angiohardiologik), tish bilan jag‘ni tekshiradigan (stomatologik) va boshqa apparatlarga bo‘linadi.

Rentgendiagnostika apparatlari bir joyga o‘rnatilgan (statsionar) va ko‘chma bo‘ladi. Ularni qismlarga bo‘lib, avtomashinada bir joydan ikkinchi joyga olib borish yoki temir yo‘l vagonlariga o‘rnatish mumkin.

### **Nazorat savollari:**

1. Rentgen noma‘lum X-nurning qanday xususiyatlarini aniqlaydi?
2. Rentgen tajribalari asosida topilgan noma‘lum «X» nurning qanday asosiy xususiyatlari bor?
3. Meditsinada rentgenodiagnostika va rentgenoterapiya nima maqsadda qo‘llaniladi?
4. Rentgen kabinetga qanday xonalar kiradi?
5. Rentgen nurini olish uchun qanday manbalar kerak?

### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Нерозин Н.А., Пишко А.П., Шаповалов В.В. Расчетные исследования пространственного распределения мощности поглощенной дозы в опухоли и окружающие ее ткани для различных микроисточников // Исследования и практика в медицине. 2015. Т. 2, № 4. С. 41–49. DOI: 10.17709/2409–2231–2015–2-4-41-49.
2. Сукерман В.А., Тарасова Л.В., Лобов С.И. Новые источники рентгеновских лучей //УФН. Т. 103, вып. 2. 4. <http://phys-portal.ru/physics/r.htm>.
3. Pirogov A.V. [i dr.]. Energodispersionnaya rentgenovskaya spektroskopiya: elektronnoe uchebno-metodicheskoe posobie / pod redaksiey D.A. Pavlova. Nijniy Novgorod: Nijgorodskiy gos universitet, 2014. 73 s.
4. Алексеэв С.В., Таубин М.Л., Ясколко А.А. Нанокомпозиты в рентгеновской технике. Москва : Техносфера, 2014. 208 с.
5. Андрианов В.А. [и др.]. Рентгеновские и нейтронные источники на основе пироэлектриков. ИНТЕРМАТИС-2015. Ч. 1.
6. Подимский А.А. Мощные рентгеновские трубки для проекционной рентгенографии: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Санкт-Петербург, 2016.
7. GOST 20337-74 Sb. GOSTov. Москва : ИПК Издательство стандартов, 2005.
8. GOST 8490-77 Moskva : Izdatelstvo standartov, 2004.
9. GOST 22091.0-84 GOST 22091.15-84 Kontro'l nerazrushayushiy. Pribori rentgenovskie. Metodi izmereniya: Sb. GOSTov. Moskva: IPK Izdatelstvo standartov, 2005.
10. GOST R 52125-2003 Moskva : IPK Izdatelstvo standartov, 2004.
11. Moskalyov V.A., Chaxlov V.L. Betatroni. Tomsk : Izdatelstvo TPU, 2009.
12. Artyukov I.A., Vinogradov A.V., Feshenko R.M. Tomsonovskiy lazerno-elektronniy generator: rentgenovskiy kanal i vozmojnie primeneniya // Fizicheskie osnovi priborostroeniya. 2016.

## **2 mavzu: Rentgendiagnostika apparatlarning ishlash prinsipi**

### **Reja:**

1. Rentgendiagnostika apparatlar gruppasi va sinflari
2. Rentgendiagnostika kabinetini tashkil qilish va uning faoliyati
3. Rentgen kabinetni nur tarqatuvchi manbalardan saqlash qoidalari
4. Rentgendiagnostika apparatning boshqarish pulti bosqichlari

Tayanch so'zlar: kenotron, transformator, elektron-optik o'zgartirgich (EOP), generator, rentgen kabinet

### **2.1. Rentgendiagnostika apparatlar gruppasi va sinflari**

Rentgen trubkasi elektr sxemasining ta'minlanishiga qarab rentgendiagnostika apparatlari quyidagi gruppalariga bo'linadi:

Kenotroni yo'q apparatlar, ularning rentgen trubkasi bevosita bosh transformatorga ulangan bo'ladi va o'zgaruvchan to'kning yarim to'lqinidan foydalaniladi. Bu apparatlarga kam quvvatli, ko'chma, yuqori kuchlanish i 100 kV to'kka ega bo'lgan apparatlar: palatada ishlatiladigan ko'chma «Arman-1» «12-11-5 (SSSR). «TUR-DE-16» «TUR-DE-18» (Germaniya) va tish suratini oladigan «5-D-1» va «5-D-2» apparatlari kiradi.

Bir yoki ikki kenotronli, o'zgaruvchan to'kning yarim to'lqinida ishlaydigan, 6 kVt to'k kuchiga va yuqori kuchlanishi 100 kV to'kka ega apparatlar.

Elektr to'kning uch fazasida ishlaydigan turt va olti kenotronli, katta kuchli statsionar apparatlar. Bular 10 kVt to'k kuchiga ega bo'lib, yuqori kuchlanishi 140 kV va undan ko'proq.

Hozirgi vaqtda ko'p davolash-profilaktika muassasalari va ularning rentgen kabinetlari vatanimiz hamda chet elda ishlab chiqariladigan zamonaviy statsionar rentgendiagnostika apparatlari bilan jihozlanmoqda. Ularning elektr to'ki bilan ta'minlash sistemasidagi kenotron selen yarim o'tkazgichli asbob bilan almashtirilgan. Ta'minlash sistemasining tuzilishi va shtativ konstruksiyasiga ko'ra rentgendiagnostika apparatlari oliy, birinchi, ikkinchi va uchinchi sinfga bo'linadi.

Oliy sinfdagi rentgendiagnostika apparatlari uch fazali un ikki yarim o'tkazgich to'g'rilaguvchisi bilan ta'minlangan, ular elektr to'kning maksimal yuqori kuchlanishini 150 kV, anod to'kini esa 1000 dan 2000 mA gacha etkazadi. Ularning URI (rentgen tasvirni kuchaytiruvchi) sistemasi quyidagi tartibda ishlaydi: nur tarqatuvchi - EOP - televizor trubkasi - monitor.

Bu sinfga: a) «Simens» firmasi (Germaniya) ishlab chiqaradigan rentgendiagnostika qurilmasi, uning shtativi «Seregraf», «Orbiskop» va ta'minlash sistemasining tuzilishi «Gigantos - E», «Garantiks» va boshqalar;

b) «Jeneral-elektrik» firmasi (AKSH) ishlab chiqaradigan «Televiks-2» rentgendiagnostika qurilmasi; v) «TUR-D-1500» (Germaniya) rentgendiagnostika qurilmasi kiradi.

Birinchi sinfga kiradigan rentgendiagnostika apparatlari uch fazali olti yarim o'tkazgich tuzilishiga ega bo'lib, maksimal yuqori kuchlanishi 125-150 kV, anod to'kini esa 600 dan 800 mA gacha etkazadi. Ular oliy darajada avtomatlashgan universal shtativ, URI, televizor priyomnigi, kino va flyuorograf kamerasi bilan ta'minlangan.

Birinchi sinfga: a) «RUM-20» va «Rentgen 50» (SSSR); b) «TUR-D-701» va «TUR-D-1001» (Germaniya); v) «Duro'lyuks» (CH-SR); g) «EDR-750» (VXR) apparatlari kiradi.

Ikkinchi sinfga bir fazali ta'minlanuvchi qurilma bilan ikkiga yarim o'tkazgichli to'g'rilaguvchi sxemasi bo'lgan rentgendiagnostika apparatlari kiradi. Ularning yuqori kuchlanishi 125-150 kV, anod to'kini esa 400 dan 500 mA gacha etkazadi. Bu apparatlar komplektida oliy avtomatik shtativ, URI sistemasi va televizor priyomnigi bor.

Bu sinfga:

a) «RUM-10» va «RUM-22» (SSSR);

b) «Xirodur-125» va «Megameta-125» (CH-SR);

v) «Diagnomaks-125» va «Neodiagnomaks-125 (VXR) apparatlari kiradi.

Uchinchi sinfga kam quvvatli, ko'p tarqalgan rentgendiagnostika apparatlari kiradi. Ular 220 va 380 V elektr tarmoqlari uchun chiqarilgan, bitta fazali, ikkita yarim o'tkazgichli to'g'rilash sistemasiga ega bo'lib, yuqori kuchlanishi 125 kV, anod to'ki esa 125-300 mA ni tashkil qiladi. Apparatlar shtativi oddiy. Ular kichik kasalxonalar uchun mo'ljallangan.

Bu sinfga:

- a) «Rentgen-30», «URD-D-110» va «RUM-5» (SSSR);
- b) «TUR-D-350» (Germaniya);
- v) «Durameta» (CH-SR) apparatlari kiradi.

Rentgendiagnostika apparatlari yuqori kuchlanishli doimiy elektr energiyasida ishlaydi. Yuqori kuchlanishli o'zgaruvchan to'k kenotron yoki yarim o'tkazgich (selen plastinkasi) yordamida yuqori kuchlanishli doimiy to'kka aylantiriladi. Rentgen trubkasining elektr sistemasida 4 yoki 6 kenotron yoki ikkitadan to un ikkitagacha yarim o'tkazgich o'zgaruvchi bo'lsa, o'zgaruvchan to'kning hammasi doimiy to'kka aylanadi va apparat quvvatini oshiradi. Shuning uchun tibbiyotda bunday apparatlar keng qo'llaniladi.

Bitta rentgen kabinetida ular ikkita yoki ko'proq shtativga ega bo'lib, bitta pult bilan boshqariladi. Shuning uchun rentgen kabinetini qurishda shtativ soniga qarab sanitariya normalarini bajarish va nurlanish xavfsizligini saqlash uchun binoga, xonaning soniga qattiq talab qo'yiladi.

## **2.2. Rentgendiagnostika kabinetini tashkil qilish va uning faoliyati**

—

SES, jumhuriyat, viloyat va shaxar (markazda) davolash profilaktika muassasalari rahbarlari nazoratida bo'ladi. Sanitariya nazorati talabi bo'yicha rentgendiagnostika kabineti maxsus binoda yoki odam kam joyda tashkil qilinishi mumkin. Bunda nurlanish havfsizligini saqlash uchun kabinet hamma tomondan saqlanish vositalari bilan ajratilgan bo'lishi kerak.

Zamonaviy rentgendiagnostika kabineti 4 xona va hojatxonadan iborat bo'lishi kerak: protsedura xonasi, boshqarish pulti xonasi, vrach xonasi, fotolaboratoriya.

Protsedura (muolaja) xonasi katta, unda rentgen apparatining asosiy qismlari joylashgan bo'lib, bu xonada vrach-rentgenolog bemorni tekshiradi, rentgen-laborant esa surat oladi.

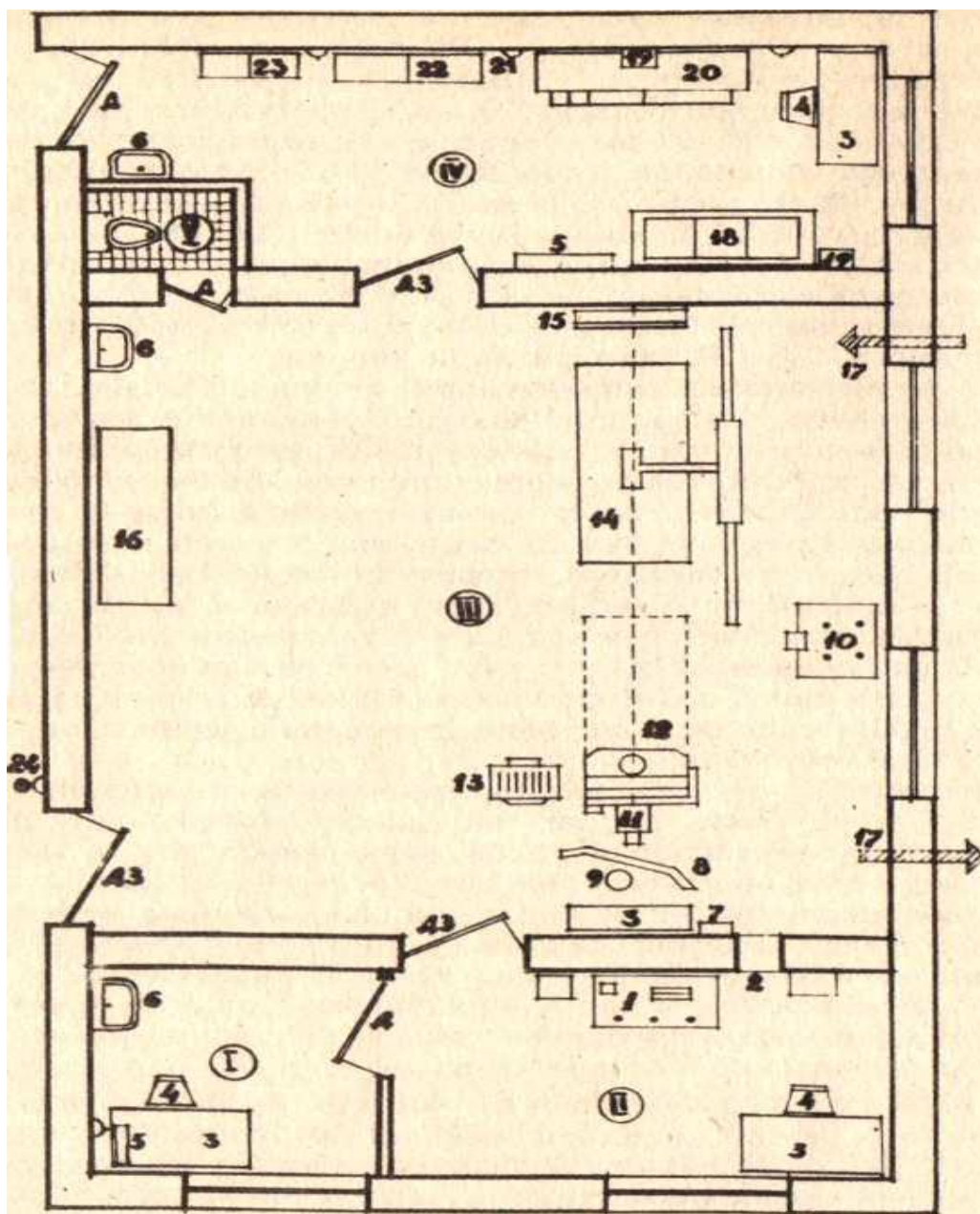
Protsedura xonasining hajmi rentgen apparati ish stolining soniga bog'liq. Bitta ish stoliga ega bo'lgan rentgen apparati uchun xonaning hajmi 34 m<sup>2</sup>, ikkita ish stoli uchun 45 m<sup>2</sup>, rentgendiagnostika apparatlarida URI, televizor priyomnigi bo'lsa, 48 m<sup>2</sup> bo'lishi lozim. Ish stoli qancha ko'p bo'lsa, xonaning hajmi Shuncha katta bo'lishi kerak. Protsedura xonasining eshigi peshto'kiga, poldan 160 sm balandlikka «Kirish mumkin emas» deb yozilgan oq yoki qizil fonar tablosi o'rnatiladi. U rentgen apparati ishlaganda avtomatik holatda yonadi. Rentgen kabineti yoki protsedura xonasi yonida bemorlar uchun hojatxona bo'lishi kerak, u me'da va ichakni tekshirishda (irrigoskopiya) juda zarur.

Boshqarish pulti xonasida rentgen apparatining boshqarish pulti qurilmasi joylashgan bo'lib, rentgen apparatining kerakli ish stolida ishlashini masofadan boshqaradi. Xonaning hajmi 6-9 m<sup>2</sup> bo'lishi lozim. Protsedura xonasi boshqarish pulti xonasi bilan gaplashish apparati orqali bog'langan bo'lib, ular o'rtasidagi devorda qo'rg'oshinlangan oyna solingan qaraydigan darcha bo'lishi kerak, undan bemor va Xodimlarni kuzatish uchun foydalaniladi.

Vrach xonasining hajmi 10 m<sup>2</sup> bo'lishi kerak. Bu xonada vrach nurlanish bilan bog'lanmagan ishlarni bajaradi. Fotolaboratoriya da surat olingan plyonkalarga ishlov beriladi (tasvirni yoritish, maxkamlab qo'yish, oqib turgan suvda yuvish, quritish). Xonaning hajmi rentgen apparati ish stolining soniga qarab 9-12 m<sup>2</sup> bo'lishi kerak. Surat chiqarish laboratoriyasi bilan protsedura xonasi orasida tambur va qo'sh qavat etik bo'lishi lozim. Protsedura va surat chiqarish xonalari qorong'ilashtirilishi



kerak, tabiiy va sun'iy yo'l bilan havo almashtirib turilishi lozim, buning uchun havo tortuvchi va yuboruvchi ventilyator o'rnatiladi. Bu xonalarda sovuq va issiq suv bilan ta'minlangan qo'l yuvgich bo'lishi kerak. Rentgen kabinet kerakli hamma jihozlar (kushetka, yozuv stollari va stullar, qizil va xira fonarlar, negatoskoilar va boshqalar), yozuv-chizuv buyumlari (bemorlarni hisobga olish va ro'yxatdan o'tkazish jurnali, ruchka, qalam, daftarlar) va fotolaboratoriyaga kerakli asbob-anjomlar: plyonkalarga ishlov beradigan na oqar suvda yuvadigan tank moslamasi komplekt, kassetaga plyonka joylaydigan va surat olgandan so'ng undan plyonkani chiqarib olish stoli, har xil kattalikdagi kassetalar va shunday rentgen plyonkalar, qizil fonarlar, negotoskop, qo'rg'oshindan ishlangan nomer quygich, quritgich shkaf, bariy sulfatni pishiradigan - va saqlaydigan asboblar bilan ta'minlanishi kerak. Rentgen kabinetida yong'inga qarshi asboblar (o't o'chirgich, bel ko'rak, chelak va boshqalar) bo'lishi lozim.



2-rasm. Rentgendiagnostika kabineta sxemasi va rentgen apparatning joylashishi.

I - vrach xonasi; II - boshqarish pulti xonasi; III - protsedura xonasi; IV - laboratoriya; V — hojatxona; D -eshiklar; DZ nurdan saqlavchi eshiklar.

1 - boshqarish pulti; 2 - qaraydigan darcha; 3 - ish stollari; 4 - stullar; 5 - negotoskoplar; 6 - rakovinalar; 7 - adaptatsiya fonari; 8 - kichik himoya tusig'i; 9 - yumaloq aylanma stul; 10 - katta voltli generator; 11 - elektron-optik o'zgartirgich (EOP); 12 universal shtativ; 13--televizor qurilmasi; 14 — surat oladigan stol; 15 — tik holatda surat oladigan ustun; 16 — kushetka; 17 - havo chiqarib-tortuvchn

ventilyatorlar; 18 - olingan suratga ishlov beradigan qurilma; 19 - saqlavchi fonar;  
20 - kassetani plenka bilan zaryadlanadigan va zaryadsizlantiradigan stol; 21 -  
elektr tarmogi rozetkasi; 22 - metall shkaf; 23 - elektr bilan plyonkani qurituvchi;  
24 - «kirish mumkin emas» fonari.

### **2.3. Rentgen kabinetni nur tarqatuvchi manbalardan saqlash qoidalari**

Xodimlar va bemorlarni nurlanishdan saqlash rentgendiagnostika kabinetida apparatni tartib bilan to'g'ri o'rnatishga, konstruktiv-texnika qoidalarining bajarilishiga, texnikaning to'g'ri ishlashiga, nurlanishdan saqlaydigan zamonaviy va ratsional kollektiv hamda individual ishlatiladigan vositalarga, rentgen kabinetini ishining to'g'ri tashkil qilinishiga, nur tarqatuvchi manbalardan saqlanish qoidalariga to'g'ri rioya qilishga, ish joylarining tartibli ravishda nazorat qilinishiga va xodimlarni har yili maqsadli tibbiy ko'rikdan o'tkazib turishga bog'liq.

Rentgen kabinetidan nur tarqalmasligi uchun atrofi to'sib qo'yiladi. Bunday to'siqlar quyidagilarga bo'linadi:

- a) statsionar (mustahkam) saqlaydigan to'siqlar (devor, pol, shift, eshiklar, qaraydigan darchani saqlovchi qoplama, ventilyasiya va
- b) nostatsionar saqlaydigan vositalar (kichkina va katta shirmalar, tubuslar, diafragma qo'rg'oshinlangan oyna, rentgen trubkasidan nur chiqadigan joydagi filtrlar, ekran tagidagi fartuk).

Har bir rentgen kabinetida ikki komplekt himoya vositalari bo'lishi kerak. Komplektga quyidagilar kiradi: qo'rg'oshinlangan rezina qo'lqoplar, fartuklar va yubkalar; ularning ekvivalenti qo'rg'oshin plastinkasining qalinligi 0,3 - 1 mm ga teng; yaroqliligini aniqlash uchun ikki yilda bir marta tekshiruvdan o'tkaziladi.

Bemorni rentgenologik tekshiruvdan o'tkazganda radiatsiyadan saqlanish uchun rentgenolog shifokor nur kuchini kamaytirish chorasini

ko'rish kerak. Shu maqsadda u vaqt-vaqti bilan o'tkazilgan rentgenologik tekshiruv, uning soni va nurlanish dozasini hisobga olib borishi lozim; bemorga nur ta'sirini kamaytirish uchun texnikani ishlatish va tekshirish vaqtini qisqartirish; himoya choralari ko'rish va diafragmani qisqartirish yo'llarini topish; tekshirish usullarini tartibli takomillashtirish, har bir xodim o'zining kasbiy saviyasini oshirishi va rentgenologik tekshirishni qat'iy ravishda klinik talabga muvofiq va vrach aytganidek qilib o'tkazish kerak.

### **2.3. Rentgendiagnostika apparatini boshqarish pultining bosqichlari**

Rentgendiagnostika apparati quyidagi qismlardan: boshqarish pulti, yuqori kuchlanishli transformator, kenotron, yuqori kuchlanishli to'kni o'tkazadigan ekranli kabel, rentgen trubka, shtativ va ko'rsatadigan ekrandan tuzilgan. Elektr to'kidan shikastlanmaslik uchun rentgendiagnostika apparatining metallardan ishlangan qismlari yerga kiritilgan himoya simiga ulangan bo'lishi kerak.

Boshqarish pulti rentgen apparatning elektr sistemasini sirtqi elektr tarmog'i bilan ulaydi, apparatning tegishli ish joyida va sharoitda ishlashini ta'minlaydi.

Boshqarish pulti har xil o'lchov asboblari bilan ta'minlangan bo'lib, ular tarmoqdagi to'k kuchlanishini (V), yuqori kuchlanishli to'kni (kV), to'k kuchini (mA) ko'rsatadi, unda tarmoqdagi yuqori kuchlanishli to'kni, uning kuchini, vaqtni ko'rsatuvchi, boshqarish uchun moslashgan asboblari, shuningdek apparatni tegishli ish joyida ishlash imkoniyatini beradigan asbob va elektron yorug'lik signalizatsiyasi bor.

Boshqarish pultida tarmoqdagi elektr to'kini to'g'rilaydigan avtotransformator va to'kni 15 V pasaytiruvchi transformator joylashgan bo'lib, u rentgen trubkasini va kenotronni qizitib, ishga tayyorlaydi.

Rentgen apparatining boshqarish pulti ikki bosqich ulanishga ega.

Birinchi bosqich — qizitish (tayyorlanish) — bunda pasaytiruvchi (15 V)

transformator ulanadi, kenotrondagi va rentgen trubkasidagi katodlarda joylashgan volframdan tayyorlangan spiral shaklidagi simlar yonib, ularni qizitadi va yuqori kuchlanishli to'kni qabul qilishga tayyorlanadi. Tayyorlanish vaqti 10 sekund.

Ikkinchi bosqich — yuqori kuchlanishli to'kni ulash. Pultni vrach-rentgenologning talabiga muvofiq rentgen laborant boshqaradi.

### **Nazorat savollari:**

1. Rentgendiagnostika apparatlarning qanday gruppalari mavjud?
2. Rentgendiagnostik apparatlar qanday sinflarga bo'linadi?
3. Rentgenodiagnostik kabinetlar qanday muassasalar rahbarligi nazaratida bo'ladi?
4. Zamonaviy rentgendiagnostika kabinetini qanday xonalardan iborat bo'lishi kerak?
5. Protsedura (muolaja) xonasi qanday vazifalarni bajaradi?
6. Boshqarish pulti xonasida qanday vazifalarni bajaradi?
7. Vrach xonasi qanday vazifalarni bajaradi?
8. Fotolaboratoriya xonasi qanday vazifalarni bajaradi?
9. Rentgen kabinetidan nur tarqalmasligi uchun qanday to'siqlar mavjud?
10. Har bir rentgen kabinetida ikki yilda bir marta tekshiruvdan o'tkaziladi qanday ikki komplekt himoya vositalari mavjud?
11. Rentgendiagnostik apparat qanday qismlar iborat?

### **3-mavzu: Rentgen naychalari va ularning ishlash prinsiplari**

#### **Reja:**

1. Rentgen naychasini kashf etilishi.
2. Rentgen nurlarining fizik qonuniyatlari.
3. Tormozli rentgen nurlari.

**Kalit so'zlar:** rentgen naychasi, katod, anod, xarakterli va tormozli nurlanish, elektron emissiyasi, ionizatsiya, difraksiya panjara, kinetik energiya, foton,

generatsiya

Vilgelm Konrad Rentgen 1897 yilda rentgen nurlarini kashf qildi. Dastlab bu holat sensatsiya sifatida qabul qilingan edi, ammo tez orada bu nurlar Rentgen va ko'plab mustaqil tadqiqotchilar tomonidan batafsil o'rganildi. Vujudga kelish mexanizmi va asosiy fizik xususiyatlar klassik fizika nuqtai nazaridan tushuntiriladi. Keyinchalik zaruriy tushunchalar kvant mexanikasi va relyativistik nazariya tomonidan kiritildi. X-nurlari keyinchalik rentgen nurlari deb atala boshlandi, bu nurlar elektromagnit to'lqin shkalasida o'z o'rnini topdi. Rentgen nurlari tibbiyotning rivojlanishiga, fizikaning bir qator eksperimental usullari va XX asr texnologiyasining ko'plab sohalariga ta'sir ko'rsatdi [1-10]. O'tgan vaqt mobaynida rentgen manbalari ko'plab yo'nalishlar yordamida mukammallashtirildi. Bir tomondan, bu amaliy ehtiyojlar bilan bog'liq bo'lib, turli xil quvvat manbalari, geometrik va vaqtinchalik o'lchovlar talab qilinadi, boshqa tomondan, rentgen naychalari bo'lmagan rentgen manbalarini qurish imkonini beradigan hodisalar aniqlandi.

Hozirgi vaqtda elektromagnit to'lqin shkalasining belgilangan qismining elektromagnit tebranishlarini generatsiyalaydigan parametrli - monoxromatik, polyarizatsiyalangan, kogerent va ularning tarqalish yo'nalishini boshqaradigan texnik qurilmalar yaratilmoqda. Tegishli manbalarning yuqori samaradorligiga erishildi. Biroq, rentgen naychalari samaradorligi bir necha foizdan oshmaydi. Ularning nurlanish spektri juda keng, uni boshqarish imkoniyati cheklangan. Yaqin vaqtgacha monoxromatik, kogerent rentgen nurlarini faqat noyob qurilmalarda olish mumkin bo'lgan.

### **3.1. Rentgen naychalarini kashf etilishi**

Rentgen nurlanishining manbalari: rentgen naychasi, ba'zi radioaktiv izotoplar (ba'zilar to'g'ridan-to'g'ri rentgen nurlarini chiqaradi), rentgen nurlarini chiqarib metall nishonni bombardimon qiladigan yadro nurlanishlar (elektronli yoki - zarrachalilar). Izotop manbalarining rentgen nurlanishining intensivligi rentgen naychasining nurlanish intensivligidan kattaroqdir, ammo izotopik o'lchami,

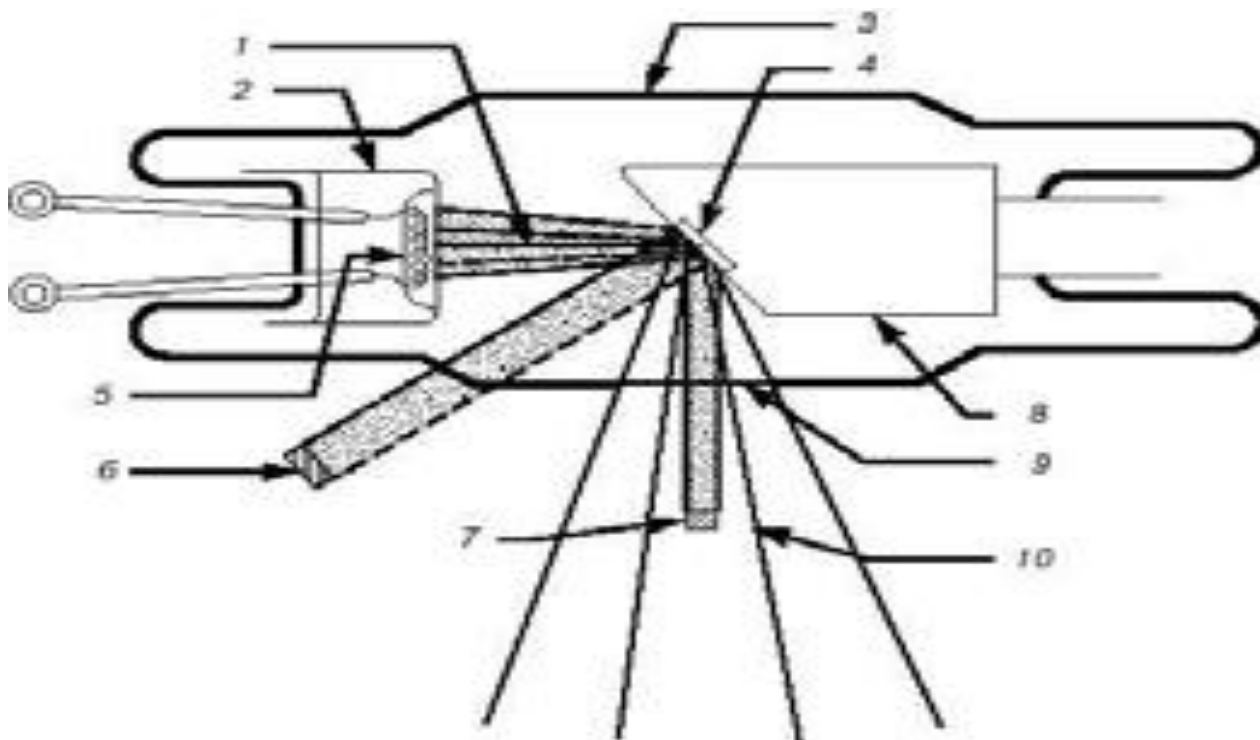
og'irligi va qiymati rentgen naychalari o'rnatilgan qurilmalarga qaraganda moslanmagan holatda ham ancha kichikdir [1].

X-nurlarining tabiiy manbalari quyosh toji va boshqa kosmik obyektlardir.

Rentgen qabul qiluvchilar: fotoplenka, lyuminessentli ekranlar, yadroviy nurlanish detektorlari ham bo'lishi mumkin. Televizor naychalarida, rentgen apparatlarida, elektron mikroskoplarda elektronli mushak (elektron chirog'i), yunaltirilgan elektron oqimini hosil qiluvchi qurilmalar ishlatiladi. Televizion qabul qilgichda elektronli mushak kenoskopli ekran bo'ylab tasvirni aylantirish uchun foydalaniladi [2-10].

Rentgen naychasi - rentgen nurlarini olish uchun qo'llaniladigan elektrovakuumdur. Eng oddiy rentgen naychasi elektrodlar - katod va anoddan (antikod) bilan yelimplangan shisha ballondan iborat. Katod tomonidan chiqarilgan elektronlar elektrodlar orasidagi bo'shliqda kuchli elektr maydoni bilan tezlashadi va anodni bombardimon qiladi. Katoddan chiqayotgan elektronlar, elektrodlar orasidagi bo'shliqda kuchli elektr maydon ta'sirida tezlashadi va anod bilan bombardirovkalanadi.

Elektronlar anod bilan to'qnashganida ularning kinetik energiyasi qisman rentgen nurlarining energiyasiga aylanadi. XIX asrning so'nggi choragida ilmiy laboratoriyalarda Kulij naychalari deb nomlangan asboblarda juda keng tarqalgan edi. Rentgen naychalari quyidagicha farqlanadi: elektron oqimini olish - termoemission (qizdirilgan) katodli, avtoemission (o'tkir) katodli, musbat ionlar va radioaktiv ( $\beta$ ) elektron manbai bilan bombardirovkalangan; vakuumlash usuli - yig'ma va yelim qilingan; nurlanish vaqti bo'yicha - doimiy va impuls xarakterli; anodni sovutish - suv, moy, havo, radiatsion sovutish; fokus o'lchamiga ko'ra (anoda nurlanish maydon bo'yicha) - makrofokusli, o'tkirfokusli va mikrofokusli; shakli bo'yicha - halqali, aylana va chiziqli shaklda; anoda elektronlarni fokuslash - elektrostatik, magnit va elektromagnitli fokuslash usuli yordamida.



1-Rasm. Kulij Viliam Devidning rentgen naychasi. Elektron tomonidan bombardirovkalangan volfram antikod xarakterli rentgen nurlanish chiqaradi. Rentgen manbaining ko'ndalang kesimi haqiqiy nurlantiriladigan maydondan kichikdir. 1 – elektronli manba; 2 – fokuslanadigan elektrodli katod; 3 - shisha qobiq (naycha); 4 - volframli nishon (antikatod); 5 - katod ipining cho'g'i; 6 - haqiqiy nurlantiriladigan maydon; 7 - samarali foallangan dog'; 8 - misli anod; 9 - deraza; 10 - tarqoqlangan rentgen nurlari.

Kulij tomonidan ishlab chiqilgan rentgen naychada (1-rasm), elektron manbai yuqori haroratgacha qizdirilgan volfram katoddan iboratdir. Anod (yoki antikod) va katod o'rtasidagi katta potentsiallar farq tufayli elektronlar yuqori tezlikka tezlashishadi. Elektronlar anodga atomlar bilan to'qnashuvsiz yetib borishi uchun, juda yuqori vakuum kerak bo'ladi, buning uchun nayni havosi yaxshilab siqib olinishi kerak. Bu, shuningdek, qolgan gaz atomlarini va unga bog'liq yon oqimlarni ionlash ehtimolini kamaytiradi. Elektronlar katodni o'rab turgan maxsus shakldagi elektrod yordamida anodga yo'naltiriladi. Ushbu elektrod fokusli elektrod deb ataladi va katod bilan birgalikda nayning "elektron nuri" hosil qiladi. Elektron bombardimon qilingan anod issiqlikka chidamli materialdan tayyorlanishi kerak, chunki bombardimon qiluvchi elektronlarning kinetik energiyasining aksariyati



issiqqa aylanadi. Bundan tashqari, anodning katta atom raqamiga ega bo'lgan materialdan yasalgani ma'qul, chunki rentgen rentabelligi atom sonining ko'payishi bilan ortadi. Anodning materiali sifatida volfram ko'pincha tanlanadi, uning atom soni 74 ga teng.

Boshqa tadqiqotchilar Kulij naychalari orqali turli xil siyraklashgan gazlardagi to'klar oqimini kuzatishda va bir qancha namoyishlarda undan foydalanishdi.

Nemis fizigi Filippfon Lenard (fon Lenard Filipp Eduard Anton) katod nurlari yupqa cho'zilgan alyuminiy folgali nay derazalaridan o'tishini va deraza atrofidagi havoni ionlashtirishini ko'rsatadi. Shunday qilib, elektron nur birinchi marta atmosferaga chiqariladi.

Ingliz fizigi Jozef Jon Tomson (Joseph John Thomson) Kulijning naychasining asl nusxali nayini ishlab chiqdi. 1897 yilda magnit va elektr maydon tomonidan katod nurlarini og'ishini ko'rsatib, bu nurlar manfiy zaryadlangan zarralar oqimidan iboratligini ko'rsatdi. Bu zarralarning solishtirma zaryadi o'lchandi, va massasi vodorod atomi massasidan 1837 marta kichik ekanligi aniqlandi. Shunday qilib, elektron topildi.

Eksperimentator Nemis fizigi Rentgen Vilgelm Konrad (Rontgen Wilhelm Conrad) 1894 yilda Vyurzburg Universitetida rektori etib saylanganidan so'ng, shisha vakuum naychalaridagi elektr zaryadini o'rganishga kirishdi. Oldin o'tkazilgan ba'zi bir tajribalar, Hususan, Lenard derazasidan chiqadigan katod nurlari (sianoplatinali bariy  $Ba[Pt(CN)_4] \cdot 4H_2O$  bilan qoplangan) ekranda fluorensensiyalanishini o'rgandi. 1895 yil 8-noyabrda kuzatuvni osonlashtirish uchun Rentgen xonani qorong'ulatib Lenard tirqishsiz Kulij nayini qalin shaffof bo'lmagan qora qog'oz bilan qoplaydi. Ajablanarlisi shundaki, u yaqin atrofdagi ekranda fluorensensiya polosasini qurdi. Ehtiyotkorlik bilan tahlil qilib, xatoliklarni imkon darajada kamaytirganda ham naychani yoqanida har safar fluorensensiya hosil bo'lishini kuzatdi, bunda faqat nurlanish manbai naycha ekanligini isbotladi, hattoki ekran ikki metr masofada uzoqlikda bo'lsa ham fluorensensiya hosil

bo'lishini kuzatdi, bu katod nurlarining qisqa masofali imkoniyatlaridan ancha yuqori edi.

### **3.2. Rentgen nurlarining fizik qonuniyatlari**

Rentgen nurlarining fizikaviy tabiati haqidagi savollar ular kashf etilishi bilan paydo bo'ldi. Tez orada uning fizikaviy jarayonlari mukammal o'rganildi. 1893 yilda nemis fiziologi va fizigi Germon fon Gelmgols, nurga o'xshash bu nur yetarlicha qisqa to'lqin uzunligiga ega bo'lib, qattiq namunalardan o'tishi mumkinligini taxmin qildi. O'sha paytda bunday nur ma'lum emas edi. Rentgen bu nurni kashf etgandan so'ng, nemis fizigi Maks fon Lau rentgen nurlarining qisqa to'lqinli xarakterga ega ekanligini kristalldagi atomlarni muntazam ravishda joylashgan diffraksion panjarasi orqali isbotlash mumkinligini taklif qildi.

O'sha davrning odatiy diffraksion panjarasi bir-biridan bir xil (kichik) masofada shisha yoki metall plastinka yuzasida chizilgan qatorlardan iborat edi. Bu holatda plastinkalarda nur tarqalganda, yorug' va qorong'u dog'li murakkab naqshlari paydo bo'lardi, ularning shakli panjara ustidagi tushadigan nurning to'lqin uzunligiga bog'liq edi. Optik diffraksion panjaralari qisqa to'lqin uzunlikda rentgen nurlarini diffraksiyani kuzatish juda qo'pol bular edi.

1913 yilda fon Lau tomonidan taklif qilingan tajriba Valter Fridrix va Pol Knipp tomonidan bajarilgan edi [4]. Keyinchalik, Lau tajribasi rentgen kristallooptika va rentgenstrukturaviy tahlil qilish asosini deb tan olindi. Shunday qilib, rentgen nurlanishining elektromagnit to'lqin ekanligi ishonchli tarzda aniqlandi. Elektromagnit to'lqinlar shkalasida rentgen nurlari bir tomondan ultrabinafsha nurlanish va boshqa tomondan gamma nurlanishlari orasidagi intervalni egallaydi.

Ushbu turdagi nurlanish turlari o'rtasidagi chegara masalasi bahsli edi. Ba'zi manbalarda foton energiyasining taklif etilayotgan chegaralari yuz martadan ko'proq farq qiladi. Chegaralar bu yoki u holatlardan kattaroqdir, deb ishonish adolatli ko'rinadi. Ikkala holatda ham nurlanish generatsiyalanish va spektrallanish mexanizmi xususiyatlarni hisobga olgan holda tasniflanish kerak. Yuqorida aytilganlarni hisobga olgan holda, rentgen nurlanishini  $10^{-12}$ – $10^{-8}$  m to'lqin

uzunlikdagi elektromagnit nurlanish bo'lib, fotonlar energiyasi  $10^2$ - $10^6$  eV teng, ular tezlashtirilgan elektron xarakatida – tormozli nurlanishda, yoki atomlarning elektron qobig'ini qayta shakllantirishda – xarakterli nurlanish natijasida hosil bo'ladi.

Xarakterli nurlanish spektri ingichka chiziqlar to'plamidan iborat va har bir kimyoviy element uchun individualdir. Hozirgi vaqtda ma'lum bo'lishicha, rentgen nurlari tabiatda va texnologiyada ko'plab hodisalarga hamroh bo'ladi. Isitilgan jismlarning nurlanish qonuniyatlaridan kelib chiqadiki, yuqori haroratlarda nurlanish spektri rentgen sohaga o'tadi. Vinning siljish qonuniga ko'ra:

$$T \cdot \lambda \approx 0,29 \cdot 10^{-3}$$

Shunday qilib,  $10^6$ – $10^7$  K ga qadar qizdirilgan plazma spektrning rentgen sohasida nurlanishi mumkin. Bu haroratda ko'plab kimyoviy elementlar to'liq ionlashadi. Natijada statsionar plazma nurlanishi asosan nurlanish tufayli bo'ladi. Darhaqiqat, kosmik kuzatuvlarda rentgen nurining issiqligi, quyosh va yulduzlar spektrida mavjud bo'ladi.

Issiq rentgen nurlanish termoyadroviy portlash fizikasida asosiy o'rinda turadi. Issiq rentgen nurlanishi termoyadro tajribaviy qurilmalarda yo'qotilayotgan issiq plazma energiyasining asosiy kanalidir. Ko'plab astronomik hodisalar issiq bo'lmagan rentgen nurlari bilan birga ro'y beradi. Yadro reaksiyalar, yadroviy nurlanish bilan birga, muqarrar ravishda xarakterli rentgen nurlanish bilan birga ro'y beradi. Tegishli atomlarning elektron qobig'ining qayta joylashishi tufayli yuzaga keladi. Yuqori voltli qurilmalar va kuchli elektrovakuimli qurilmalarning ishlashi ko'p hollarda rentgen nurlarining generatsiyalanishi asosida bo'ladi.

Keraksiz rentgen nurlari xodimlar uchun xavfli bo'lib, qurilmaning ishlashiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Rentgen manbalari uchun asos sifatida ishlatilishi mumkin bo'lgan barcha fizik jarayonlarda (yadro reaksiyasi va erkin elektronlar asosidagi qurilmalar bundan mustasno) xarakterli va tormozli rengen spektrlari mavjudligi haqida ma'lumot beradi.

Keling, rentgen naychasining misolini batafsilroq ko'rib chiqaylik – cho'g'lanadigan katod va anod shaklida elektron manbai bo'lgan vakuumli qurilmadir. Katod va anod o'rtasida u kuchlanish elektronlarni tezlashtirish uchun

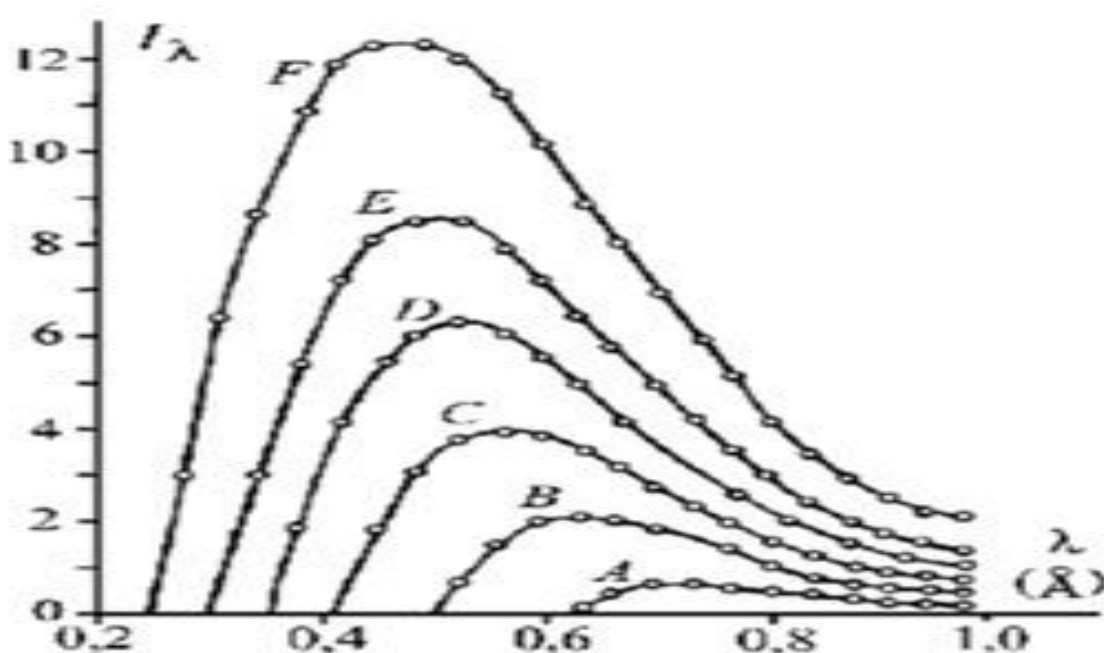
qo'yiladi. An'anaviy rentgen naychalarida  $U=10^4-2\cdot 10^5$  V. Naychadagi past bosim ( $10^{-2}$  Pa) tezlashish protsessida elektron oqimining minimal yo'qotilishini ta'minlaydi. Elektronlar elektrodlar orasidagi bo'shlig'dan o'tganida kinetik energiyaga ega bo'ladi:

$$E_{\text{kin}}=e \cdot U, (2)$$

bu yerda  $U$  - elektrodlar orasidagi potentsiallar farqi,  $e$  - elementar zaryad. Anodga keladigan elektronning energiyasi (2) formuladagi qiymatga teng, chunki termoelektronlarning energiyasi juda kichik qiymatga ega. Tezlashtirilgan elektronlarning anod moddasining atomlari bilan o'zaro ta'siri anoddan turli yo'nalishlarda tarqaladigan rentgen nurlanishi paydo qiladi. [5].

### 3.3. Tormozli rentgen nurlari

Spektrometrik tadqiqotlar rentgen naychalardagi generatsiyalanadigan nurni murakkab spektrli tabiatga ega ekanligi isbotladi. Spektrning doimiy tarkibiy qismlari fonida ingichka maksimumlar bilan spektrlar farqlanadi. Har qanday anod materiallari uchun rentgen nurlanish har doim qisqa to'lqinlar tomonidan uzluksiz maksimumli va aniq chegarali spektrga ega (2-rasm).



2-Rasm. Turli tezlashtirilgan kuchlanishlarda  $U$ , uzluksizlikni hosil qiluvchi rentgen spektrlari A)  $U = 20$  kV, B)  $U = 25$  kV, C)  $U = 30$  kV, D)  $U = 35$  kV, E)  $U = 40$  kV, F)  $U = 50$  kV. Volframli anod. Vertikal o'qda nisbiy birliklarda nurlanishning intensivligi keltirilgan

O'lchovlar shuni ko'rsatdiki, rentgen nurning maksimal balandlik va integral intensivligi monoton ko'rinishda anod va rentgen naychasining katodlari orasidagi ko'chayib borayotgan kuchlanish bilan bir qatorda oshdi. uzluksiz rentgen spektrining qisqa to'lqinli chegarasining holati anod materialiga bog'liq bo'lmastan faqat kuchlanish qiymati bilan belgilanadi. Qisqa to'lqin chegarasining to'lqin uzunligi quyidagi empirik formula (3) bilan ifodalanadi:

$$\lambda_{\min} \approx 21,4/U \quad (3)$$

Qaysiki kuchlanish -  $U$  kilovoltlarda va  $\lambda$  – to'lqin uzunlik angstromlarda o'lchanadi. Rentgen naycha nuridagi spektrining uzluksiz tarkibiy qismi anod materialidagi tezlashtirilgan elektronlarning tormozlanishi natijasida hosil bo'ladi. Anodga tushgan yuqori kinetik energiyaga ega bo'lgan elektronga atom yadro'larining elektr maydonlari va anod moddasi atomlarining elektronlari ta'sir ko'rsatadi. Kulon kuchlari ta'siri ostida elektronlar sezilarli tezlashuvga erishadilar va doimiy spektrdagi elektromagnit to'lqinlarni chiqaradilar. Klassik elektrodinamikaga ko'ra, zaryadlangan zarraning tormozlangan nurlanishining integral intensivligi (ya'ni, energiyasi, vaqt birligi ichida barcha yo'nalishlar bo'yicha tarqaladigan energiya) tormozlanadigan zarraning tezlanishining kvadratiga to'g'ri proporsional. Shuni ta'kidlash kerakki, tormozlangan nurlanish generatsiyasi asosan atom yadro'larining elektr maydonlari bilan o'zaro ta'siri natijasida yuzaga keladi. Elektron - elektron to'qnashuvining o'zni tormozli nurlanishni intensivligiga nisbatan juda kichikdir.

Elektrodinamikada, atom yadrosining elektr maydonida elektronning tormozlanishida belgilangan to'lqin uzunlikdagi nurlanish ehtimoli atom tartib

soning kvadratiga  $Z^2$  va elektron - elektron to'qnashganda esa, atom soni  $Z$  ga to'g'ri mo'tanosibligi ko'rsatilgan.

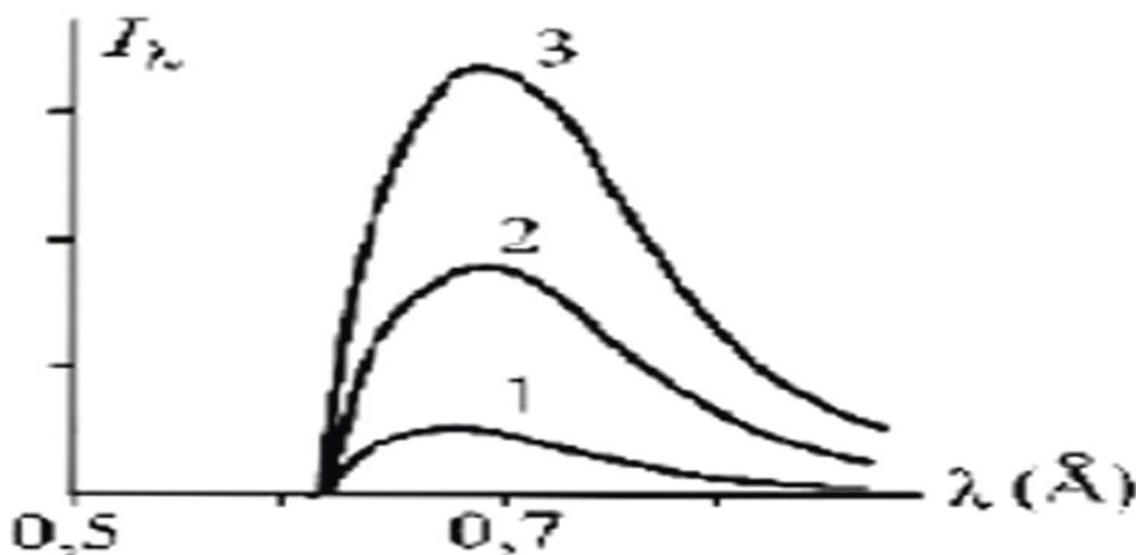
Uzluksiz rentgen spektrining qisqa to'lqinli chegarasining holati energiyani saqlash qonunidan foydalanib osonlikcha hisoblanadi. Fotoning maksimal energiyasi  $\varepsilon_{\text{maks}}$ , cheklangan holatda tormozli nurlanish aniqlanadi, ya'ni elektronning barcha kinetik energiyasi bitta foton energiyasi shaklida tarqalganda (4):

$$\varepsilon_{\text{maks}} = e \cdot U. \quad (4)$$

Elektron tormozlanganda, atom impuls va kinetik energiya oladi. Biroq, reaktiv bo'lmagan elektronlarda bu berilgan energiya  $eU$  ga nisbatan ahamiyatsiz, chunki tormozlanish asosan massiv atom yadrosi bilan o'zaro natijasida ro'y beradi. Maksimal energiya ( $\varepsilon_{\text{maks}}$ ) foton to'lqinining minimal uzunligiga ( $\lambda_{\text{min}}$ ), doimiy rentgen spektrining qisqa to'lqin uzunligi uchun empirik formulaga (3) to'g'ri keladi:

$$\lambda_{\text{min}} = 2\pi c \cdot h / eU \quad (5)$$

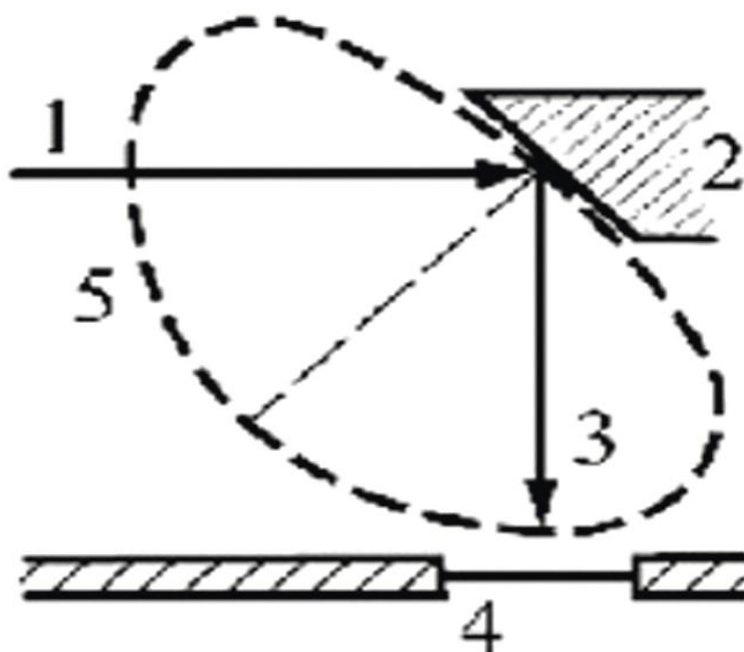
(5) ifodasiga ko'ra oshib boraetgan  $U$  kuchlanishi ostida qisqa to'lqin uzunlik ( $\lambda_{\text{min}}$ ) chegarasi anodning materialiga bog'liq emas (3-rasm).



3 - Rasm. Rentgen naychasida bir xil tezlashtirilgan kuchlanish va o'zgarmas to'k elektronlar ostida turli xil namunalarda anodning qiyosiy tormozli nurlanishining spektrlari. Anodli namunalari: 1 - alyuminiy, 2 - molibden, 3 - platina

Egrilanish ostidagi maydon anod namunalarining atom raqamiga mo'tanosibdir. Anodning sirt qatlamida elektronlarning tormozlanishi natijasida rentgen nurlanish hosil bo'ladi. Biroq, elektron energiyasining 5% ginasigina nurlanishga sarflanadi. Qolgan energiya issiqlikka aylanadi va anodni isitadi. Elektronlarning issiqlik yo'qotilishini kamaytirish uchun ma'lum bo'lgan kristallografik orientatsiyali monokristallardan foydalanish taklifi kiritiladi. Fizikaviy jarayon bu holatda quyidagi istiqbollarga erishadi. Ushbu namunalarda atomlarning tartibiy joylashishi o'zaro bir biriga tortishadigan atom kanallarini yaratadi. Agar elektronlar namuna yuzasiga atom zanjiriga qisq burchak ostida tushsa, ularning Xarakati kanal ichida loqalizatsiyalanadi.

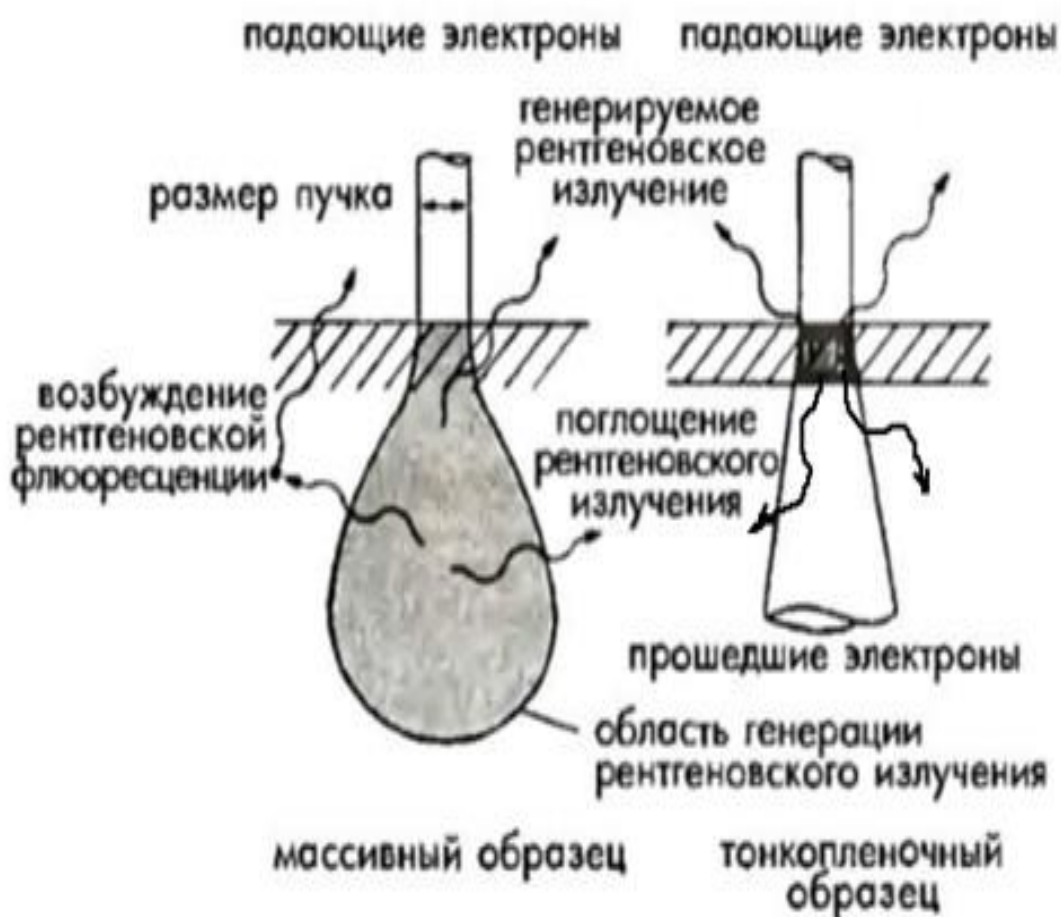
Elektronning kristallografik yo'nalish bo'ylab Xarakatida minimal issiqlik yo'qotili tormozli rentgen nurlanish paydo bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, rentgen nurlari foydasiga tezlashtirilgan elektronlar energiyasini qayta taqsimlanishi sodir bo'ladi [6]. Ko'pchilik rentgen naychalarida maksimal nurlanish tezlashtirilgan elektronlar manbaiga perpendikulyar bo'lgan yo'nalishda shakllanadi (4-rasm).



4-Rasm. Rentgen naychalarida massiv anodning tormozlanuvchi nurlanish intensivligini tarqalishining qutbiy diagrammasi: 1 - tezlashtirilgan elektronlar oqimi, 2 - anod, 3 - naychadan chiqadigan rentgen nurlar manbaining o'qi, 4 -

rentgen naychasining devoridagi tirqish; 5 - tormozlanuvchi nurlanish intensivligini tarqalishining qutbiy diagrammasi

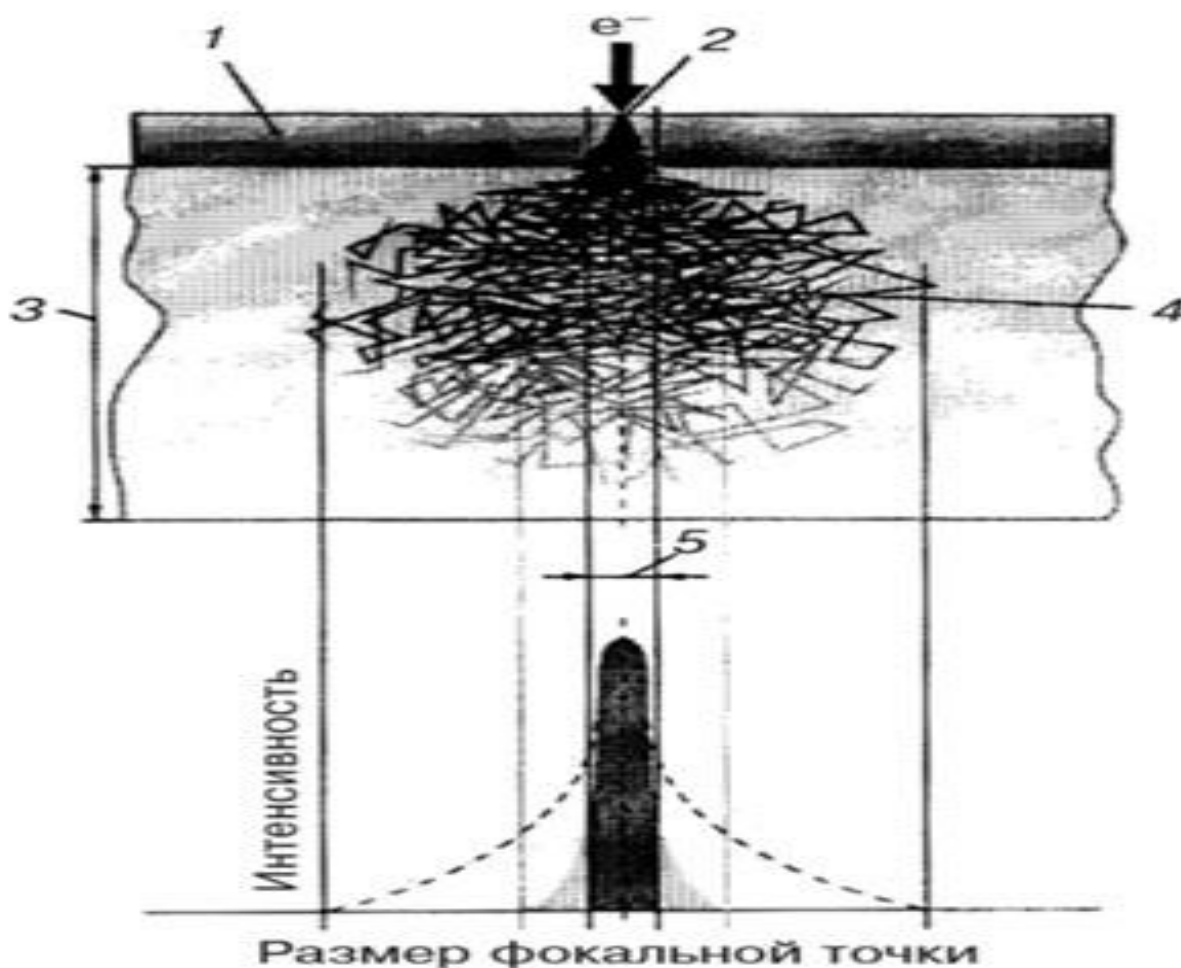
Rentgen naycha devoridagi rentgen nurlari yo'lida rentgen nurlanishini zaif singdiradigan moddadan yupqa plastinka qilib qoplangan deraza konsruksiyalanadi. Bunday material sifatida alyuminiy, berilliy, grafitli plyonka bilan singdirilgan plastiklar va hokazolar ishlatilishi mumkin. Yo'qotib bo'lmaydigan elektron manbaning kengayishi hisobida massivli anodda sodir bo'ladigan jarayonlar 9-rasmda tasvirlangan.



Ris. 5. Namunaga tushayotgan elektron nishonning kengayishi: chapda massivli anod, o'ngda otiladigan anod



Elektron nishonning kengayishi rentgen naychasining fokusining o'tkirligi bilan chegaralanadi. Otiladigan anodlari bu muammoni hal qiladi. 9-rasm rentgen naychasidagi otiladigan anodagi tormozli nurlanishni intensivligini tarqalishini tasvirlagan.



6-Rasm. Otiladigan nishon: 1 – nishon o'zaro ta'sirlanuvchi qatlami (0,5 - 5 mkm W, Mo yoki Cu), 2 – elektron manbasi, 3 - taglik (50 - 500 mkm Ve yoki Al), 4 - rentgen ta'sirning hajmi, 5 - samarali fokus dog'i.

Qayrilgan intensivlik yuqori, o'rta va past rentgen nurlarining energiyasini nisbiy tarqalishini ko'rsatadi [6].

Xarakterli rentgen nurlari: ikkilamchi rentgen nurlari spektrlarini o'rganish, rentgen naychasining elektrodleri o'rtasida yetarlicha yuqori tezlashuvchi kuchlanishda uzluksiz rentgen spektrida yuqori intensivlikdagi ingichka piklar

paydo bo'lishini ko'rsatdi. Ushbu piklar rentgen spektral chiziqlari deb nomlanadi (optik spektral chiziqlarga o'xshash). Tajribalarda aniqlanishicha, to'lqin uzunligi bo'yicha spektral chiziqlarning joylashishi anod namunalarning elementar tarkibi bo'yicha belgilanadi. Bundan tashqari, har bir kimyoviy element chizikli rentgen spektrining to'lqin uzunliklarining ma'lum bir individual to'plamiga mos keladi. Uzlukli spektrga ega bo'lgan bu jarayon xarakterli rentgen nurlanish (XRN) deb ataladi. Ulukli rentgen spektri, atom optik spektrlardan farqli o'laroq, to'lqin uzunliklarining yaqinligiga qarab bir qatorga birlashtirilgan bir qancha o'tkir cho'qqilardan iborat. Eng kiska to'lqin uzunlikdagi XRN K seriya deb nomlanadi. Ko'pgina kimyoviy elementlar uchun ushbu seriyaning uchta piki:  $K_{\alpha}$ ,  $K_{\beta}$ ,  $K_{\gamma}$ , bu yunoncha harflar spektr chizig'ining intensivligini pasayish tartibida joylashtirilgan. Chizikli rentgen spektrlarida uzunroq to'lqin uzunligi L-seriyali spektr chiziqlar ham mavjud. Har qanday kimyoviy element uchun L-seriya to'lqin uzunligi K-seriya to'lqin uzunligidan bir necha baravar uzunroq bo'ladi. Qoida bo'yicha bir xil sharoitli tajribalarda ham kimyoviy elementlarning L-seriyasining intensiv chizigi K-seriya intensiv chizigidan kam bo'ladi. Rentgen spektrometrlarining aniqligi oshib borishi va rentgen nurlanish diapazonining uzunroq to'lqin uzunliklarini kuzatishda og'ir elementlar rentgen spektral seriyalarini M, N va O harflari bilan belgilanadi.

Ushbu seriyalarning har biri elektromagnit to'lqinlar shkalasidagi ultrabinafsha diapazon taraf siljib, tobora kengayib boradigan to'lqinlarning spektral chiziqlaridan iborat. Bir xil kimyoviy element uchun XRN to'lqin uzunliklar seriyasi qisqa to'lqin uzunlikdagi seriyalar bilan taqqoslaganda yanada murakkab tarkibiy va spektral chiziqlarning kichik intensivligi bilan ajralib turadi.

### **Nazorat savollari:**

1. Vilgelm Konrad Rentgen nechinchi yilda rentgen nurlarini kashf qilgan?
2. Rentgen naychasi deganda nimani tushunasiz?
3. Elektronlar anod bilan to'qnashganida ularning kinetik energiyasi qisman qanday energiyaga aylanadi?

4. Rentgen naychalari qanaqa usullar bilan farqlanadi?
5. Rentgen naychalaridagi elektronlar oqimini olish qanday yo'llar bilan amalga oshirish mumkin?
6. Rentgen naychalaridagi anodni sovutishni qanday yo'llari mavjud?
7. Rentgen naychalarida anod nurlanish maydoni bo'yicha nechki fokus o'lchamli bo'ladi?
8. Rentgen naychalaridagi anod elektronlarni fokuslashni qanaqa usullari mavjud?
9. 1987 yil kim tomonidan katod nurlari magnit va elektr maydon tomonidan og'ishini, manfiy zaryadlangan zarra oqimidan iboratligini, massasi vodorod atomi massasidan 1837 matra kichikligini aniqladi?
10. Rentgen nayidagi anod va katod orasidagi kuchlanish nima uchun qo'yiladi?

#### **4 mavzu Bojxona nazoratida rentgen tekshiruv uskunalari qo'llanilishi**

##### **Reja:**

1. O'zbyokiston chegara bojxona postlari, bojxonadagi rentgen apparatlari. Bojxona tekshiruvidagi texnik vositalar tushunchasi.
2. Bojxonada ishida tabiiy va sun'iy rentgen nurlanish manbalaridan foydalaniladi.
3. Bojxonada obyektlarni tekshiruvda rentgen texnologiyalarini qo'llanilishi

**Kalit so'zlar:** nazoratiy inspeksion uskuna, radiatsion nazoratiy texnik vositalar, tekshiruvning texnik vositalari, bojxona nazoratining texnik vositalari, rentgen skaneri.

##### **Kirish**

Bizning mamlakatimiz O'zbyokiston - dengizga chiqish yo'liga ega emasligi sababli qo'shni davlatlarning hech biri uchun okeanli portlari mavjud emas, Shuning uchun import quruqlik orqali barcha mamlakatlarda amalga oshiriladi. Markaziy Osiyoning markazida joylashgan O'zbyokiston hududi Afg'oniston, Tojikiston, Turkmaniston va boshqa qo'shni mamlakatlardan olib kelinadigan turli xil noqonuniy tovarlar va materiallar oqimiga duchor bo'ladi. Markaziy Osiyo mintaqasida transport tarmog'ining o'sib borishi natijasida tovarlar oqimining

ko'payishi, ya'ni mamlakatimiz bojxona chegaralarni qo'shni mamlakatlar kesib o'tishi tufayli yuk tashuvchi mashinalarning uzoq navbatda turib qolish holatidan katta tiqilishlar vujudga keladi, vaziyatdan chiqish esa tezkor ravishda nazoratlarni o'tkazishni taqozo etadi. Shu bilan bir qatorda havo transporti ham juda dolzarb masaladir, davlatlar o'rtasida yuklar va yo'lovchilar oqimi kundan kunga ko'payib ketmoqda, bu holatlarda tovarlarning Xarakatini kuzatish juda muhimdir. Kuzatuv nazoratida orasidagi texnik vositalarining eng muhim o'rinlardan biri raqamli radiografiya komplekslari hisoblanadi.

Bojxona nazoratining texnik vositalari deganda bojxona chegaradan olib kirilayotgan va olib chiqilayotgan barcha turdagi obyektlarni, taqiqlangan yoki deklaratsiyalangan tarkibga mos kelmaydigan obyektlar, materiallar va moddalarni aniqlash uchun foydalaniladigan maxsus texnik vositalar majmui deb ta'riflanishi mumkin.

Bojxona xodimlari nazoratiy rentgen qurilmalari yordamida odamlarda taqiqlangan narsalar va moddalarning mavjudligini tekshirishi mumkin. Bojxona nazoratining bunday shakli, bojxona nazoratida, bojxona ko'rigida bojxona tekshiruvida sifatida rentgen texnikasi qo'llaniladi, unda qo'l yuklarini, xalqaro pochta jo'natmalarini, palletlarda saqlanadigan yuklarni, konteynerlar, avtomobillar, yuk mashinalari, temir yo'l vagonlari, odamlarni, transport vositalarining ko'rish kiyin bo'lgan joylarini tezkor va samarali bojxona nazoratidan o'tishida amalga oshiriladi.

Ushbu texnika generatsiyalangan ionlashgan nurlanish manbaiga ega va O'zbyokiston Respublikasi sanitariya qonunchiligi normalari va qoidalariga bo'ysunadi.

#### **4.1. O'zbyokiston chegara bojxona postlari, bojxonadagi rentgen texnikalari va nazorati texnik vositalari tushunchasi.**

O'zbyokiston Respublikasi Davlat bojxona qo'mitasi kontrabandani noqonuniy yo'l bilan kirish xavfi yuqori bo'lgan chegara bojxona postlarini inspeksion rentgen tekshiruv (IRT) komplekslari bilan jihozlash favqulodda tezkorlik bilan ishlashni

takomillashtirilishiga olib keladi.

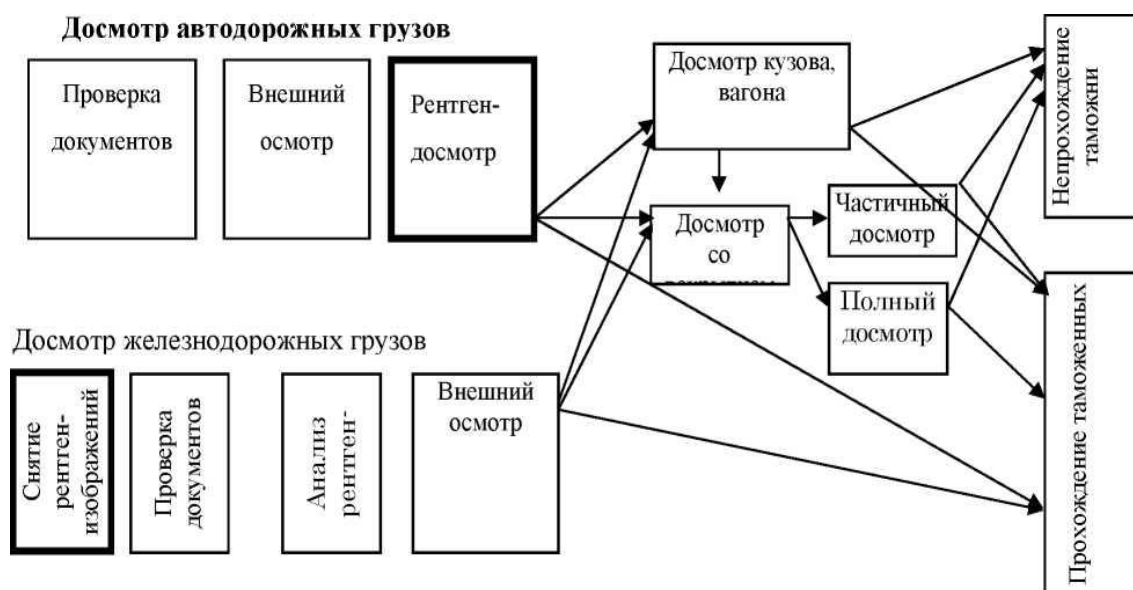


Rasm 1. O‘zbyokistonning bojxona postlari

1-rasmda ko‘rsatilganidek, mamlakatimizda 163 ta bojxona postlari mavjud bo‘lib, ularda texnik jihozlar obyekti bilan ta‘minlangan (chegara bojxona posti - 105, tashqi savdo posti - 58).

Shu bilan bir qatorda quyidagi shoshilinch chegara postlari: Avtomobili - 53 post, temir yo‘lli - 13 post, Mobilli - 26 post, aeroportli - 12 post va dareli - 1 post mavjud. Yuqoridagi bojxona chegaralari ichida 66 ta avtomobili va temir yo‘li bojxona postlaridan 14 tasi bojxona texnik qayta jihozlash ustuvor obyektlar sifatida ko‘rsatiladi. Ular orasida birinchi bosqichda 5 ta bojxona (ustuvorlik uchun): Ayritom (a/y), G‘alaba (t/y), Oybek (a/d) Olot (a/d), Xo‘jadavlat (t/y). Ikkinchi bosqichning 9 ta post: O‘zbyokiston (t/y), Yallama (a/y), Daut ota (a/y), Qoraqalpoqiya (t/y), Sariosiyo (t/y), Sariosiyo (yo‘l), Chuqursoy (t/y), Do‘stlik (a/y), Andarxon (a/y) faoliyat olib borib kelmoqda. O‘zbyokiston Respublikasida 11 ta chegara bojxona postlarida texnik vositalar mavjud bo‘lib, ularda savdo (eksport-import, tranzit) ning 95 foizi tekshiruvi amalga oshiriladi. Shu bilan bir qatorda ularda yuklarni nazorat qilishning intruziv bo‘lmagan inspeksion-nazorat kompleksi (katta hajmdagi rentgen tekshiruvi skanerlari) tashkillashtirilgan. 2-Rasmda katta

o'lcovli rentgen inspeksion-nazorat kompleksi bojxona tekshiruviga kiritilganda, quyidagi tartibda joylashtirilishi kerakligi tasvirlangan.



2-Rasm Bojxona tartibidagi o'tish jarayoni

2-rasmda ko'rsatilgandek, rentgen tekshiruvini o'tkazish tartibi avtoulov va temir yo'l yuklari bilan bog'liq holatlarda farq qiladi, Shuning uchun har bir yuk turini tekshirish tartibini hisobga olgan holda, yetkazib berish rejalarini aks yettiradigan qarorlar tuziladi.

Ma'lumki, **rentgen nurlari materiallarda singish qobiliyatiga ega**. Ularning xarakterli xususiyati shundaki shaffof materialning zichligi, qalinligi, atom soni yuqori bo'lishligi bu qobiliyatni zaiflashtiradi. Ushbu xarakterli xususiyat ega bo'lgan rentgen nurlari ta'sirida olingan tasvirlar yordamida moddaning tabiati haqida aniqlik kiritiladi.

Rentgen nurlarning aniqliligi huddi gamma nurlaridek deyarli bir xil, faqat ulardan himoyalaniq quvvatni to'k manбайдan uzib qo'yish bilan ta'minlanadi. Hozirgi vaqtda ushbu turdagi nurlanish vositasi bojxona nazorati amaliy ishida standart hisoblanadi. O'zbyokiston Respublikasidagi bojxona postlarida 80 dan ortiq kichik o'lchamli rentgen tekshiruvu skanerlari ishlaydi.

Davlat bojxona qo'mitasining ma'lumotlariga ko'ra, O'zbyokiston Respublikasi bojxona postlarida rentgen tekshiruvu uskunalarini tranzit yuklarni intruziv

bo'lmagan kuzatuvda tekshirishni joriy etish maqsadga muvofik bo'lgan.

**Bojxona nazorati texnik vositalari tushunchasi** - bojxona xodimlari tomonidan davlat chegarasi orqali olib kirilishi yoki olib chiqilishi taqiqlangan, deklaratsiyaga to'g'ri kelmaydigan barcha turdagi obyektlarni aniqlash uchun foydalaniladigan maxsus texnik vositalar to'plamidir.

Bojxona nazoratining texnik vositalari quyidagi turlar bo'linadi:

1. Nazoratiy introskopik uskunalari - bojxona o'rganlari tomonidan yo'lovchilar, kuzatuvchisiz va kuzatuvli yuklar tarkibini vizual tekshirish uchun foydalaniladigan, kichik, o'rta va katta o'lchamdagi konteynerlarni ochmasdan, rentgenoskopik, rentgenografik gamma skanerlash usuli yordamida tekshiruv nazorati o'tkaziladi. Ushbu tizimlarda o'rganik va noo'rganik materiallarni ajratish va hajmi skanerlash funksiyalaridan foydalaniladi. Bojxona o'rganlari bu holatlarda statsionar, ko'chma va mobil tizimlaridan foydalanishlari mumkin.

2. Radiatsion nazoratning texnik vositalari - transportda tashilayotgan radioaktiv va bo'linadigan materiallarni, xavfli chiqindilarni aniqlash, lokalizatsiyalash, ularning miqdoriy va sifatli xususiyatlarini o'lchash uchun mo'ljallangan bojxona nazoratining texnik vositalarining turidir.

3. Tekshiruvning texnik vositalari - yuklarda, xalqaro pochta jo'natmalarda va transport vositalarida taqiqlangan obyektlarni nazorat qilishda foydalaniladigan vosita, bo'lib metall detektorlardan iborat - qora va rangli metallardan yasalgan narsalarni aniqlaydigan elektron qurilmalardir. Ular ko'chma, portativ, shuningdek statsionar bo'ladi.

Bojxona nazoratining texnik vositalari quyidagi tartibda qo'llaniladi:

Introskopik texnologiyalardan foydalanganda, uning barcha texnik imkoniyatlaridan foydalanib kuzatish kerak: monitordagi rentgen tasvirining sifati va uning kattalashishi; ko'rish paytida materiallar guruhlarini ranglariga qarab taqsimlanishi (giyohvand, portlovchi moddalar va boshqa kontrabanda buyumlari); avval olingan rentgen tasvirini qayta tekshirish ehtimoli; rentgen tasvirini magnit plyonkaga yozib olish; rentgen tasvirlari ma'lumotlar bazasini baholashni markazlashtirish; xavfsizlik texnologiyasining barcha mezonlariga rioya qilish,

operatorlar, tekshirilayotgan obyektlar va yo'lovchilar uchun rentgen nurlanish foydalanish xavfsizligiga rioya qilish etish talab qilinadi.

Introskopik uskunarlar bo'xona ko'rigining barcha holatlarida yo'lovchilarning kuzatuvchili va kuzatuvchisiz yuklarini, xalqaro pochta jo'natmalari va mahsulotlarini kichik, o'rta va katta o'lchamdagi konteynerlarda sinash uchun ishlatiladi. Introskopik uskunarlar bilan ishlaydigan ishchilardan bu qurilmalarni texnik xizmatini, vazifasini va ishlash prinsipini o'rganish talab etiladi. Bundan tashqari, ular odam tanasiga rentgen nurlanishining ta'siri to'g'risida o'quv kursini o'qigan bo'lishi shart.

Texnik vositalar bo'xona o'rganlarining ishlashi vaqtida, shuningdek bo'xona nazorati zonalarida joylashgan obyektlarda qo'llaniladi. Bu esa yo'lovchilar yokini nazorat qilishda tekshirish texnikasi sifatida keng qo'llanilishi uchun bir imkoniyatdir.

Bo'xona o'rganlarida rentgen naylarida asoslangan generator nurlanish sifatida eng ko'p ishlatiladigan sun'iy rentgen manbai hisoblanadi. U faqat quvvat yoqilgandagina nurni generatsiyalaydi. Quvvat o'chirilgan esa, bunday generatorlar Xodimlari uchun mutlaqo xavfsiz bo'lib, yo'lovchilar yuklarini tekshirish uchun ishlatiladigan keng tekshirish texnologiyalardan biri bo'lib hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda tekshirish qurilmalarida keng qo'llaniladigan asosiy texnologiya - bu obyektlarga singib boruvchi nurlanish ta'sirida tasvirlarni olish texnologiyasidir.

Asosiy nurlanish (fotonlar) ning eksponensial sunishida radiatsion tasvirlarni olishda texnologiyasi quyidagicha:

tekshirilayotgan obyektning nurlanishdagi chaqnashida obyektning bir tomonida joylashgan radiatsion manba qo'llaniladi;

Tekshirilayotgan obyekt orqali o'tadigan nurlanish, raqamli chiqish signallariga aylantiradigan qurilmada qabul qilinadi, tasvirlarni olish uchun kompyutyerga uzatilayotgan proeksion ma'lumotlar qatoriga birlashtirilgan, tasvirni olish uchun kompyutyerga yuboriladigan proeksion ma'lumotlar massivini birlashtiradi, biroq kompyuter tuplangan ma'lumotlarni qayta ishlaydi, sintezlaydi



yoki rekonstruksiyalaydi va uni namoyon qiladi.

Hozirgi kunda bir qator mamlakatlarda radiografik tekshiruv qurilmalari keng qo'llaniladi. Ushbu qurilmalar jamoat joylarida aeroportlar, avtovokzallar, bojxona terminallari va portlar keng qo'llaniladi. Biroq, rentgenologik tekshirish moslamalarining noqulayligini bartaraf etib bo'lmayapdi, ya'ni manba nurini obyektidan o'tish yo'nalishidagi tasvirini radiografik tekshiruv uskunalari yordamida tekshirish samaradorligi yetarlicha yuqori emasligidir.

Materialni aniqlash uchun energiyaning ikkita darajasining fizik prinsipi shundan iboratki, turli xil energik darajalariga ega bo'lgan ikkita rentgen nurlari yagona obyekt bilan o'zaro ta'sirlashganda ikkita nurning foton energiyasining energetik darajasi bir-biridan farqlanganligi uchun ularning obyekt bilan o'zaro ta'siri ham farq mavjud bo'ladi. Bunday farq umumiy holda signalning susayish koeffitsientida seziladi.

Xulosa qilib aytganda obyektning tekshirish maqsadida yuqori va past energiyali diapazonlarda rentgen nurlarini ketma-ket joylashtirilishida quyidagicha jiddiy bir nuqson paydo bo'ladi, ya'ni ma'lum chastota ketma-ketligida shakllangan 2 ta energiya qiymatiga ega bo'lgan rentgen nurlari, har qanday nurning shakllanishi orasidagi muayyan vaqt oralig'ini o'z ichiga oladi. Tekshirilayotgan obyekt har doim ma'lum bir tezlik bilan Xarakat qiladi va shuning uchun yuqori energiya va past energiya darajalariga ega bo'lgan rentgen nurlanishining shakllanish momentlari orasidagi vaqt oralig'ida muayyan masofani bosib o'tadi. Shuning uchun, obyekt tekshirilganda (masalan, yuk, sig'im va boshqalar), rentgen nurlanishining ikki turi va obyekt o'rtasidagi o'zaro munosabatlar mutlaqo bir xil emas. Bu identifikatsiyalash aniqligiga, ayniqsa tekshirilayotgan obyektning chegaralarida salbiy ta'sir ko'rsatmoqda, bu yerda ikkita energiya darajasiga ega bo'lgan nurlar turli xil obyektlar bilan o'zaro ta'sir qilishi mumkin va natijada noto'g'ri identifikatsiya natijasi beriladi. Bundan tashqari, turli xil energiya darajalariga ega bo'lgan va obyektning turli pozitsiyalari bilan o'zaro aloqada bo'lgan nurlar tufayli xatoni tuzatish uchun, ma'lum usulga ko'ra, tekshirilayotgan obyektning Xarakatini sekinlashtirish kerak. Tekshirish uskunalari istiqbolli

rasmlarni olish tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Funksional-maqсадga qarab bojxona nazoratining mashxur texnik vositalari tasnifi 5 sinfga bo'linadi, ulardan bittasi turli xil bojxona nazorati obyektlarini masofaviy tezkor-texnik inspeksiyasi bilan bog'liq bo'lib, ular yordamida introskopiya o'tkaziladi (obyektlarni vizual yoki moddaning noshaffof muxitdagi noshaffof jismining ichki optik jarayoni kuzatish), obyektning inspeksion tekshiruv kompleksi (keyinchalik ITK) strategik ahamiyatga ega bo'lgan xom ashyoning ayrim turlarining hajmini (miqdorini) uzoqdan kuzatib borish va ular orasida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan bojxona huquqbuzarliklarini uzoqdan aniqlash mumkin (bundan buyon matnda BXB deb yuritiladi) [22].

#### **4.2. Bojxonada ishida tabiiy va sun'iy rentgen nurlanish manbalaridan foydalaniladi.**

Tabiiy manbalar quvvat manbaini talab qilmaydi, ular doimiy ravishda rentgen nurlarini hech qanday majburlanishlarsiz chiqaradilar va ularni o'chirib bo'lmaydi, ulardan ko'chma qurilmalarda foydalanish mumkin. Biroq, tabiiy manbalar doimiy ravishda nurlanib turganligi sababli, ulardan odam nurlanishdagi zararli ta'siridan himoya qilish masalasi ancha murakkabdir. Shuning uchun bunday manbalar doimo maxsus himoya konteynerlarda joylashtiriladi. Tabiiy nurlanish manbaiga ega bo'lgan qurilmalar orqali yuklarni tekshirish, metall va boshqa tuzilmalardagi bo'shliqlarni, moddaning kimyoviy tarkibini aniqlash va h.k. uchun ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda bojxonada asosan rentgen nurlanishini shakllantirish uchun ikki xil sun'iy nurlanish manbalari qo'llaniladi: chiziqli elektron tezlatgichlar va rentgen naychalari. Birinchisi qalin va zich narsalardan eritilishi kerak bo'lganda qo'llaniladi. Hususan, ular statsionar inspeksion-tekshiruv komplekslarida qo'llaniladi.

Eng ko'p ishlatiladigan sun'iy rentgen manbai bu rentgen naycha asosidagi generatordir. U faqat quvvat yoqilgandagina nurlanishni generatsiyalaydi. Quvvat o'chirilgan holda esa, bunday generatorlar xodimlar xizmati uchun mutlaqo xavfsizdir. Bu holat esa yo'lovchilar yuklarini nazorati uchun ishlatiladigan

tekshirish texnikasida keng qo'llanilishning asosiy sabablaridan biridir.

Hozirgi kunda bir qator mamlakatlarda radiografik tekshirish tizimlari keng qo'llaniladi. Ular aeroportlar, avtovokzallar, bojxona terminallari va portlar kabi jamoat joylarida keng qo'llaniladi.

Biroq radiografik tekshiruv moslamalarida obyektlarning nurlanish yo'nalishi bo'yicha bir-birining ustiga tushgan tasvirlar bilan bog'liq bo'lgan noqulaylikni bartaraf etish mumkin emas va shuning uchun radiografik tekshirish moslamalari yordamida tekshirish samaradorligi yetarlicha yuqori emas. Tekshirish texnologiyasini rivojlantirishning istiqbolli yo'nalishi nanosekundli neytron tahlil qilish usulidan foydalanish hisoblanadi. Ommabop "neytron-gamma" tahlil usulining asosiy g'oyasi shubhali obyektни neytronlar bilan nurlantirish va obyekt materialida neytronlar hosil qilgan nurlanishning ikkinchi darajali palitrasini o'lchashdir. Material bilan ikki xil energiya darajasi ega bo'lgan rentgen tekshiruv tizim ta'sirining fizik prinsipi shundan iboratki, turli xil energiya darajalariga ega bo'lgan ikkita rentgen nurlari bir obyekt bilan o'zaro ta'sirlashganda va ikkita nurning foton energiya darajasi bir-biridan farq qilganda turlicha ta'sir qilishidadir. Umuman bunday farq susayish koeffitsientini signalidagi farq bilan ifodalanadi. Biroq, obyektни tekshirish uchun navbatma-navbat yuqori va kam energiyali spektrlarga ega bo'lgan rentgen nurlari paydo bo'lganda, jiddiy kamchilik yuzaga keladi, bu quyidagicha: ikki energiya sathiga ega bo'lgan rentgen nurlari ma'lum chastotada hosil bo'lishi, har bir nurlanish shakllanishi o'rtasida ma'lum vaqt oralig'iga egaligidir.

Tekshirilayotgan obyekt har doim ma'lum bir tezlik bilan Xarakat qiladi va shuning uchun yuqori va past energiya darajalariga ega bo'lgan rentgen nurlanishining shakllanish momentlari orasidagi vaqt oralig'ida muayyan masofani bosib o'tadi. Vaxolanki, obyekt tekshirilganda (masalan, yuk, sig'im va boshqalar), rentgen nurlanishining ikki turi va obyekt o'rtasidagi o'zaro munosabatlar mutlaqo bir xil bo'lmaydi. Bu identifikatsiya aniqligiga, ayniqsa o'rganilayotgan obyektning chegara qismlariga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda, bu yerda ikkita energiya darajasi ega bo'lgan nurlar turli xil obyektlar bilan o'zaro ta'sirlashadi va natijada noto'g'ri

identifikatsiya natijasi olinadi. Bundan tashqari, turli xil energiya darajalariga ega bo'lgan va obyektning turli pozitsiyalari bilan o'zaro aloqada bo'lgan nurlar tufayli xatoni tuzatish uchun, ma'lum usulga ko'ra, o'rganilayotgan obyektning Xarakatini sekinlashtirish kerak. Tekshirish uskunalarida istiqbolli rasmlarni olish tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Tekshirilayotgan obyektlarning istiqbolli tasvirlarini olish tizimlarining eng katta kamchiligi bu obyektlarning nurlari yo'nalishi bo'yicha bir-birining ustiga tushgan rasmlarni va uch o'lchovli tasvirlarni olishning iloji yo'qligidir.

Rentgen texnikasini tasniflash: Tasniflash misolidan foydalanib, teskari qaytish asosida rentgen tekshiruvini ko'rib chiqamiz. Qaytib tarqalish asosidagi rentgen skaneri – rentgen nurlarining qaytib tarqalish effektidan foydalanadigan xavfsizlik skaneridir. Agar tekshiruv ko'p vaqt talab qiladigan bo'lsa, ushbu texnologiya bir necha daqiqada inson tanasida quro'l, giyohvand yoki portlovchi moddalarning mavjudligini aniqlashga imkon beradi.

Ushbu texnologiya hatto ba'zi aeroportlarda odamlar uchun ishlatiladi. Olingan rasmda kamroq zich moddalar (odam terisi) oqishroq, zich (quro'l) esa qorong'i rangda bo'ladi. Ikki aylanuvchi yarim kvadratli silindrsimon idishni o'xshash milimetr to'lqinli skanerlardan farqli o'laroq, ular uch o'lchovli emas, balki ikki o'lchovli tasvirni yaratadilar. Bitta skanerlash uchun uchta rasmni olish mumkin: qaytib tarqalish yordamida yaratilgan ikkita rasm va soxta shaffof turdagi bitta rasmni faqat bir tomonlama va ikki tomonlama skanerlar yordamida olish mumkin. Yuklarni tekshirish uchun yangi rentgen skanarlari uzatish tasviriga qo'shimcha ravishda qayta tarqalish evaziga tasvirlar ishlatish mumkin. Bu o'rganik moddalarni aniqlash ehtimolini oshiradi: giyohvand, portlovchi moddalar, keramik quro'llarni. shunga o'xshash katta o'lchamli skanerlar avtotransport tekshiruvini o'tkazishga mo'ljallangan. Xavfsizlik nuqtai nazaridan har bir aeroportda ham skanerlar o'rnatiladi. Ishlab chiqaruvchilar, aslida, skanerlar umuman zararsizdir deydi. Ehtimol mikroto'lqinli skanerni mobil telefondan olingan radiatsiya bilan taqqoslash mumkin va rentgen skanerini esa samolyotda 2 daqiqa parvoz qilish bilan bir xil nurlanishni beradi. Shunga o'xshash ishonchli ma'lumotlarga qaramay

aeroportlarda rentgen skaneri kamroq qo'llaniladi, bolalar va homilador ayollar u orqali o'tkazilmaydi. Hattoki mikroto'lqinli va rentgen skanerlardan salomatlikni himoyalash bo'yicha ham katta tadqiqotlar o'tkazilmagan.

Rentgen nurlarining qaytish tarqalishi effektidan foydalanadigan rentgen skaneri odamlarni, masalan, reyslarning yo'lovchilarini tekshiruvda ishlatilishi mumkin. Bunday skanerlarda rentgen nurlanishining quvvati sezilarli darajada kamaytirilgan (skanerlash paytida olingan 5 mikrorentgendan oshmaydi), chunki nurlarning tanadan o'tishi talab etilmaydi. Sezuvchan qabul qilgichlar tanada aks yettirilgan nurlarni aniqlaydi, kiyim ostida zich narsalarni aks yettiradi. Rentgen nurlari skanerlar ikkita uzun shkafga ko'rinishida bo'lib, o'rtasida yo'lovchi tik turishi ta'minlanadi. Rentgeno-televizorli va skanerli tizimlar. Ushbu turdagi texnik vosita tekshirish uchun eng qulay deb hisoblanadi. Bu rentgen manbasi va monitorni fazoda tarqalishi natijasida operator uchun xavfsizroq va qulay ish sharoitlarini ta'minlaydi, shuningdek, bojxona kuzatuvdagi rentgen nurlanish tasvirlarini yozib olish va video ma'lumotlarini kompyuterda qayta ishlash uchun zamonaviy raqamli vositalardan foydalanishga imkonini beradi.

### **4.3. Bojxonada obyektlarni tekshiruvda rentgen texnologiyalarini qo'llanilishi**

Bojxona maqsadlari uchun obyektlarni yoritish uchun rentgen texnologiyasidan foydalanish: Tizim tomonidan obyekt orqali o'tayotgan yoki obyektidan qaytib tarqaladigan rentgen nurlarini registratsiyalash sistemasi bog'liq holda, skanerlash tizimlari uzatiladigan nurlanishni ko'rsatadigan tizimlarga, qaytib tarqalayotgan nurlanish indekatsiya sistemasiga va kombinatsiyalangan indikatorli sistemalarga bo'linadi.

Bugungi kunda turli xil murakkablikdagi va ishlash prinsipidagi ko'plab shaxsiy tekshiruv sistemalari mavjud, ular orasida rentgen nurlanishidan foydalanishga asoslangan raqamli skanerlash tizimlari o'zlarining qobiliyatlari va samaradorligi bilan ajralib turadi.

Statsionar uskuna: a) ko'chma; b) rentgen-televizionli.

Skanerlash rentgen-televizion sistemalari eng muhim ma'lumot turlaridan biri hisoblanadi. Skanerlash tizimlarining ishlashi ingichka rentgen nurlari yoki nurlar manbai bilan tekshiriladigan obyektни ketma-ket nurlantirish (skanerlash) va ko'p elementli rentgen-sezuvchi detektorі yordamida nurlanishni ro'yxatdan o'tkazishdan iborat.

Bojxona nazorati obyektlarni yoritish turlariga qarab, nazorat rentgen texnikalarini (NRT) 6 asosiy guruhga bo'lish mumkin:

1. Ayrim buyumlarni chuqur nazorat qilish uchun NRT;
2. Xalqaro pochta jo'natmalarini nazorat qilish uchun NRT;
3. Yo'lovchilar va transportli xodimlarning qo'l yoki va yuklarining tarkibini nazorat qilish uchun NRT;

4. O'rta o'lchamdagi yuk paketlarining tarkibini nazorati uchun NRT;

5. Katta o'lchamdagi yuklarni (konteynerlarni) va transport vositalarini boshqarish uchun NRT: statsionar rentgen tekshiruv tizimlari, ko'chma rentgen tekshiruv tizimlari, shuningdek, avtoulavli shassiga o'rnatilgan og'ir transport vositalarini (shu jumladan konteyner tashuvchilarni) kuzatib boradigan ko'chma rentgen tekshiruv tizimlari.

6. Operativ (maydonli) sharoitida obyektlarni, bagaj va o'rta o'lchamdagi yuklarni, shuningdek transport vositalarining alohida qismlarini yoritish uchun NRT.

Konstruksiyani va ishlash prinsiplarini rivojlantirish nuqtai nazaridan bojxona ko'rigidan o'tkazish uchun rentgen texnikasi quyidagicha tasniflash mumkin:

1. Statsionar flyuoroskopik (proeksion) qurilmalar. Bular "Flyureks", "Shmel-TVS" va boshqalar.

2. Operativ (maydonli) sharoitida ishlash uchun flyuoroskopik qurilmalar. Bu "Zaslón", "Shmel 240/TV", "Kolibri" va boshqalar.

3. Rentgen-nurlarining shamol-forma manbali skaner tizimlar. Bular "Tekshiruvchi-2" " Hi-scan 6040", " Fi-scan 5170", " HCV-RSV 2500", " HCV-Mobile " va boshqalar.

4. Bular orasida ikki skanerli tizimni ajratish mumkin, ya'ni skanerlash natijasida obyektning ikkita tasvirini olish mumkin. Bular "Kontro'l-2", " HCV-5000" va boshqalar.

5. Ingichka ("yuguruvchan") manbali rentgen nurlari. Bular "101ZZ", " MobileSearch" va boshqalar.

Bojxona xizmatining amaliyotida tarqalgan, u yoki bu darajada taniqli bo'lgan klassifikatsiyasi yuqori sifatli rentgen tizimlar markazi.

Nazoratiy rentgen texnikasini ishlab chiqaradigan firmalar Rossiya, AQSH, Germaniya, Angliya, Fransiya, Xitoy, Yaponiya va boshqa mamlakatlardir.

Bojxonada shaxsiy tekshirish uchun "KONTUR" raqamli rentgenografik skaneri mavjud bo'lib, u xavfli va taqiqlangan narsalarni aniqlashga mo'ljallangan:

- kiyim ostida yashirilgan portlovchi, o'qotar quro'llar, elektron moslamalarni;
- kiyim ostida yashirilgan - plastik portlovchi moddalar, konteynerlardagi giyohvand moddalar, keramikadan yasalgan o'qotar, sovuq quro'l va boshqalarni;
- konteynerlardagi giyohvand, portlovchi, kimyoviy va biologik moddalar, insonning tabiiy bo'shliqlarda yashiringan yoki yutilgan qimmatbaho toshlar va metallarni; KONTUR qo'llanilishi mumkin:

- ommaviy yo'lovchilarni tashishni ta'minlashda;
- qamoqxonalarda shaxsiy teshiruvga alternativ sifatida;
- chegaralarda bojxona ko'rigida kontrabandani aniqlashda;
- o'g'irlikni oldini olish uchun olmos tegirmonlarida shaxtalar va fabrikalarda;
- o'g'irlikni oldini olish uchun olmos, qimmatbaho toshlar va metallar, noyob tuproq elementlar konsentratlarini ishlov berish va qayta ishlash ustaxonalarida;
- o'ta muhim shaxslarning xavfsizligini ta'minlash.

Radiatsiyaviy xavfsizlik nuqtai nazaridan Kontur raqamli rentgenografik skaner "Aholining radiatsion xavfsizligi"ga javob beradi.

Bir tekshiruvda (skanerlashda) odamning nurlanish dozasi 2 mkZv (mikrozivert) dan oshmaydi. Taqqoslash uchun, odatdagi nurlanish dozasi kosmik nurlanishi, parvoz qilayotgan odamning nurlanishi bilan bir xildir. Ya'ni, odam skanerlash rentgen tizimiga ta'siridagi nurlanish tabiiy radiatsion nurlanish fonida

ahamiyatsizdir. Insonning umumiy nurlanishida quyoshda turish yoki samolyotdagi biron bir parvoz qilish katta ahamiyat ko'rsatadi.

Tekshiruvdan 2 m dan ortiq masofada ishlaydigan joydan tashqarida, rentgen nurlanish darajasi fon ma'nosidan yuqori emas va atrofdagilar uchun deyarli hech qanday xavf tug'dirmaydi. Bu esa skanerlash tizimini odamlar gavjum joylarda, masalan, aeroportlarda yuklarni tekshirish tizimi yaqinida joylashtirish imkonini beradi.

Rentgenografik skaner Kontur turtta modifikatsiyada ishlab chiqariladi:

- gavjum joylarda jamoat nazorati uchun;
- jamoa gavjum bo'lmagan joylarda, ya'ni tekshirish tizimi qurilish tuzilmalarining elementlariga o'rnatilganda va yashirin foydalanishga qaratilgan bo'lganda;
- balandligi 2,5 m dan oshmaydigan kichik transport vositalarida noqonuniy muhojirlarni, kontrabanda, quro'l, giyohvand moddalar va boshqalarni, avtoulavlar va mikroavtobuslarning bo'shliqlarida yashiringan moddalar tekshiruvi uchun;
- qisqa vaqtiga ichida ochish va yig'ishga ega bo'lgan mobil tizimni yangi tekshirish joyiga operativ joylashtirish.

### **Nazorat savollari:**

1. Rentgen nurlari namunalarga qanday ta'sir etadi?
2. Rentgen nurining singish xususiyati namunalarning qanday xususiyatiga bog'liq?
3. Rentgen nurining qaysi qobiliyati ta'sirida olingan tasvir moddaning tabiati haqidagi aniqlikni beradi?
4. Rentgen nuridan qanday himoyalaniish mumkin?
5. Bojxona nazorati texnik vositalari tushunchasi deganda nimani?
6. Bojxona nazoratining texnik vositalari qanday turlarga bo'linadi?
7. Instroskopik uskunalalar bilan ishlaydigan xodimlar nimalarni bilishi shart?
8. Rentgen nurining tabiiy manbalari qanday xususiyatlarga ega?
9. Skanerlash rentgen-televizion sistemalari bojxona ishida nimalardan biri deb



hisoblanadi?

10. Bojxona ishidagi "KONTUR" raqamli rentgenografik skaneri namalarni aniqlashga mo'ljallangan?

## **5-mavzu: Bojxona sohasida qo'llaniladigan rentgen qurilmalarining radiatsion nazorati**

### **Reja:**

1. Birinchi tur - bagaj va yuk ko'rigi uchun rentgen qurilmalarining ishlash prinsipi
2. Ikkinchi tur - bagaj va yuk ko'rigi uchun rentgen qurilmalarining ishlash prinsipi
3. Ruhsat etilgan dozalar guruhi

**Kalit so'zlar:** radiatsion xavf, ionlashtiruvchi nurlanish, texnogen manba, skanerlash, A va B guruhlari, zivert, mikrozivert, doza, elektronvolt, kiloelektronvolt, generatsiya, fotoyadro reaksiyasi, radiatsion aktivlik.

### **5.1 . Birinchi tur - bagaj va yuk ko'rigi uchun rentgen qurilmalarining ishlash prinsipi**

Bagaj va yuk ko'rigi uchun rentgen qurilmalari – (BYUKRQ) birinchi va ikkinchi turlarga ega bo'lib, ular turli xil obyektlarning ichki tarkibini buzmasdan tashqi tarafdin radiatsion nazoratini o'tkazish uchun mo'ljallangandir.

BYUKRQ - xodimlar va aholi salomatligi uchun potensial radiatsion xavf tug'diradigan ionlashtiruvchi nurlanishning texnogen manbaidan iboratdir.

1-turdagi BYUKRQning ishlash prinsipi: nazorat kamerasida rentgen nurlarining ingichka yelpig'ich-shaklli manbai orqali nazorat obyektini transportyerdagi Xarakati orqali skanerlashga asoslangan.

Nazorat kamerasi rentgen nurlanishini maqbul darajagacha kuchsizlantirib bera oladigan qo'rg'oshinli himoya bilan o'ralgan.

Nazorat kamerasining kirish va chiqishi joyi obyektidan tarqaladigan nurlanishni maqbul darajagacha kuchsizlantirish uchun, vertikal osma yo'lakli qo'rg'oshin materiali elastik himoya pardalari bilan yopilgan. Nazorat kamerasidan normal ish sharoitida manbadan rentgen nurlarining to'g'ridan-to'g'ri atrofga eksplo'tatsiyalanishi mumkin emas.

BYUKRQ 1 turida tasvirni bir qancha proeksiyalarini hosil qilish uchun bita yoki bir nechta rentgen naychalari ishtiroq etadi.

## **5.2. Ikkinchi tur - bagaj va yuk ko'rigi uchun rentgen qurilmalarining ishlash prinsipi**

**BYUKRQ 2 turining** ishlash prinsipi: nazorat kamerasida joylashtirilgan obyektни keng rentgen manbaining nurlari bilan Yoritib tekshirish uchun asoslangan.

Nazorat kamerasi - maqbul darajagacha rentgen nurlanishini kuchlanishini ta'minlaydigan tekis qo'rg'oshinli himoyaga ega bo'lgan, tekshiriluvchi obyektini o'rnatish va olib tashlash uchun mo'ljallangan ochiluvchi eshikli shkafdan tashkil topgan.

Oddiy ish sharoitida odamning to'g'ri rentgen nurining manbaidan nurlanishi mumkin emas. Nazorat kamerasi eshigi ochiq bo'lganda rentgen nurlarining generatsiyalanishiga to'sqinlik qiladigan qulflanish imkoniyatiga ega.

### **Ruhsat etilgan dozalar guruhi**

BYUKRQ operatorlari, texnogen manbalar bilan ishlaydigan shaxslar sifatida, A guruhining xodimlari deb tasniflanishi kerak.

Belgilangan dozalarga muvofiq, odamlarning doimiy yashash joylarida ruhsat etilgan dozalar:

**A guruhi - 10 mkZv/soat** - xodimlarining doimiy bo'lish joylari;

**B uguruhi - 2,5 mkZv/soat** - xodimlarining doimiy bo'lish joylarida;

**0,5 mkZv/soat** - A yoki B guruhlari tarkibiga kirmaydigan xodimlarining doimiy ish joylarida.

1-va 2-chi turdagi BYUKRQning tashqi yuzalaridan 10 sm masofada joylashgan istalgan nuqtasidagi rentgen nurlanish dozasi ruhsat etilgan qiymati 2,5 mkZv/s ni tashkil qiladi. 1-va 2-chi turdagi BYUKRQning ionlashtiruvchi nurlanish manbai sifatida ionlashgan nurlanish manbaini generatsiyalovchi, ya'ni faqat kuchlanish ta'minotini ulangandan so'ng radioaktiv moddalar manbai bo'lmagan ionlashgan nurlanishni generatsiyalovchi, rentgen naychalari ishlatiladi. Erkin holatga BYUKRQ tashish va saqlash paytida radiatsiyaviy xavf tug'dirmaydi. BYUKRQ-da ishlatiladigan rentgen naychalari fotonning maksimal energiyasi 500 keVdan oshmaydigan nurlanishni generatsiyalaydi. Bunday energiyada fotoyadro reaksiyalari imkonsiz va tekshirilayotgan obyekt, atrof-muhit va BYUKRQ tuzilmalarida radiatsion aktivlik paydo bo'lishi istisnodir.

### **Nazorat savollari:**

1. Bojxona sohasida BYUKRQ qisqartmasi nimani anglatadi?
2. Bagaj va yuk ko'rigi uchun ishlatiladigan rentgen qurilmalari nimaga mo'ljallangan?
3. Bagaj va yuk ko'rigi uchun ishlatiladigan rentgen qurilmalari qanaqa nurlanishning texnogen manбайдan iborat?
4. Birinchi tur - bagaj va yuk ko'rigi uchun ishlatiladigan rentgen qurilmalarining ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
5. Nazorat kamerasi rentgen nurlanishini maqbul darajagacha kuchsizlantirib bera oladigan qanday himoya bilan uralgan?
6. Ikkinchi tur - bagaj va yuk ko'rigi uchun ishlatiladigan rentgen qurilmalarining ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
7. Nazorat kamerasi nimalardan tashkil topgan?
8. Bagaj va yuk ko'rigi uchun rentgen qurilmalari operatorlari qaysi guruh xodimlariga kiradi?
9. A guruhiga mansub xodimlarning doimiy ish joyidagi chegaralangan dozasi nechiga teng?

## IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

### 1-amaliy mashg‘ulot: «Rentgen nurlari tibbiyotda»

***Ishning maqsadi:*** Rentgen naychalarini yaratilish tarixi, barmoq va suyaklar tasvirini fotokadrda hosil bo‘lishini kuzatilishi, 1970- yillarda KT-skannerlar – rengen va kompyuter tomograflarining paydo bo‘lishi, rentgen nurlarini odam tanasidagi salbiy ta’sirlari.

Rentgen naychasi elektron-nur naychasining bir turidir.

***Uslubiy va moddiy ta’minot:***

\* uslubiy ko‘rsatmalar;

\* tarixiy va zamonaviy rentgen naychalari;

***Vazifani belgilash***

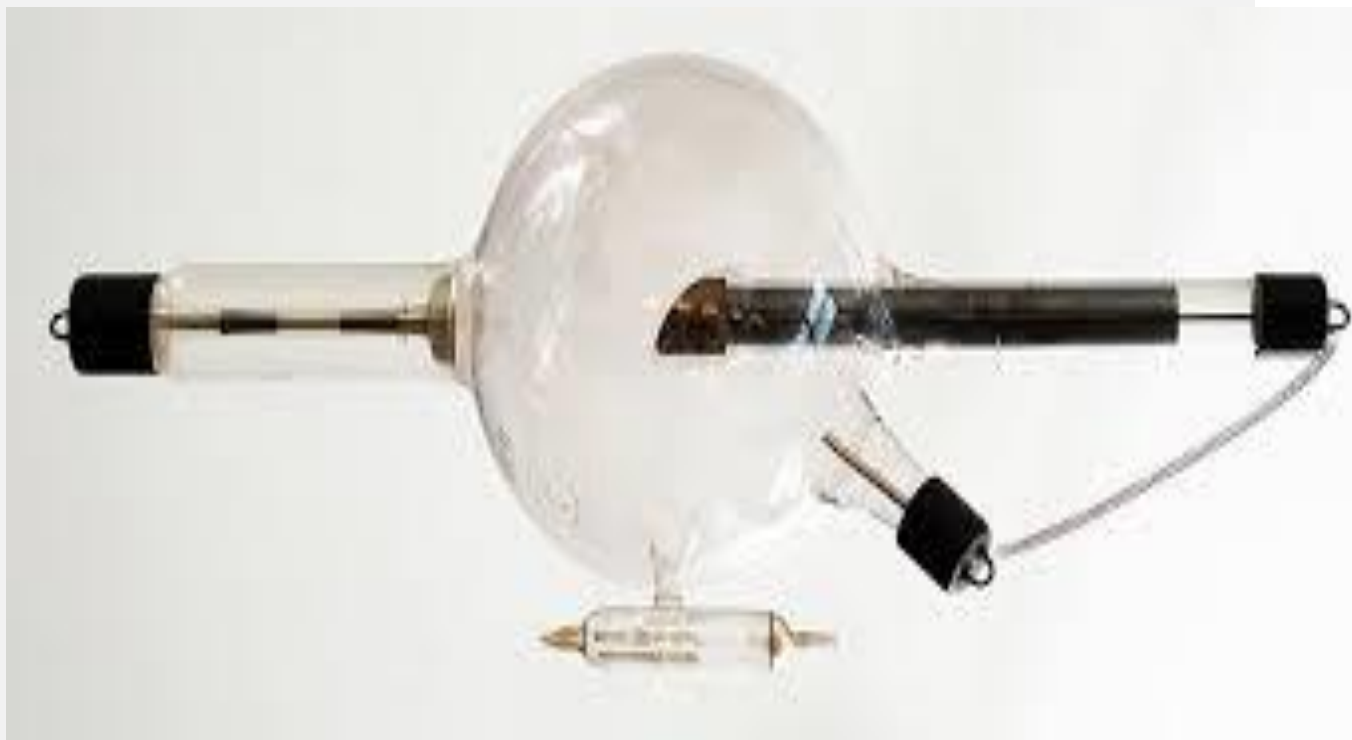
#### **Vazifa 1. - Rentgen naychasining yaratilish tarixi**

Rentgen nurlarining qattiq jismlardan, masalan, odam muskullaridan ham o‘tishi, ularning tibbiyotdagi benazir dastyorga aylanishlariga sababchi bo‘ldi. Rentgen nurlari, mijoz o‘rganizmida nimalar sodir bo‘layotganligini aniqlashga yordam beradi.

Rentgen nurlari 1895-yilda Vyurtsburg universitetining olmon olimi Vilgelm Konrad Rentgen (1845-1923) tomonidan kashf etilgan.

Bu nurlar ham, ko‘zga ko‘rinmaydigan nurlar: gamma-nurlanishlari, radioto‘lqinlar, mikroto‘lqinlar, infraqizil, ultrabinafsha nurlanishlar singari, elektromagnit spektrining bir turi hisoblanadi. Rentgen nurining kashf etilishiga tasodif sababchi bo‘lgan, Konrad Rentgen katod nurlarini tarqatuvchi elektron-nur trubkasi bilan tajribalar olib bo‘rgan. Bir safar, trubka zich va qop-qora qalin qog‘ozli g‘ilof bilan berkitilgan holatda tasodifan elektrni ulab yuboradi va yaqin orada joylashgan platinosianistik bariyning kristallari yashil rangda tovlana boshlaganini payqab qoladi. Rentgen trubkani o‘chirishi bilanoq, tovlanish to‘xtaganini ko‘rib, qaytadan yoqsa, kristallar yana yorishib, tovlana boshlaydi. Tekshirishlarni davom etirib, Rentgen avvalari ma’lum bo‘lmagan nurlanish turi bilan to‘qnash kelganini

fahmlaydi. U katod nurlari, elektron-nur trubkaning ichida qandaydir to'siqqa duch kelayotgan bo'lsa kerak deb o'ylagan.



1-Rasm. Rentgen naychasi

Qayd etilgan yangicha turdagi nurlanishning intensiv oqimini olish uchun Rentgen, katod nurlanishlari elektron nur nayiining konstruksiyasiga o'zgartirishlar kiritadi. Shu tufayli, bunday yangicha nay Rentgen nayi deb nomlanishni oldi.

Yangi nurlarning g'aroyib xususiyatlari ko'zga tashlanar edi: ular shaffof bo'lmagan to'siqlarlardan (masalan o'sha qalin qora qog'ozli g'ilofdan) bemalol o'tishi, biroq qo'rg'oshin plastinkalardan esa o'ta olmasligi aniqlandi.

Tajribalarning birida Rentgen hayratlanarli natijani qayd etdi. U odatiy yorug'lik nurlari yordamida olinadigan fotokadrning yangi nurlar bilan ham olish imkoniyati mavjudmi yoki yo'qmi, tekshirib ko'rmoqchi bo'ldi va fotoplastinka ustiga turmush o'rtog'ining qo'lini qo'yib ko'rishini iltomos qildi. Rentgenlar oilasining jiddiy hayratiga sabab bo'lgan, fotoplastinkada kaft va barmoqlarning emas, balki kaft va barmoq suyaklarining tasviri paydo bo'ldi. Barmoqlarning biridagi nikoh o'zugi ham shundoqqina ko'zga tashlanib turardi.

Rentgenning o'zi bu nurlarni X-nurlar deb atadi. Keyinroq ularni Rentgen nurlari deb atay boshlashdi.

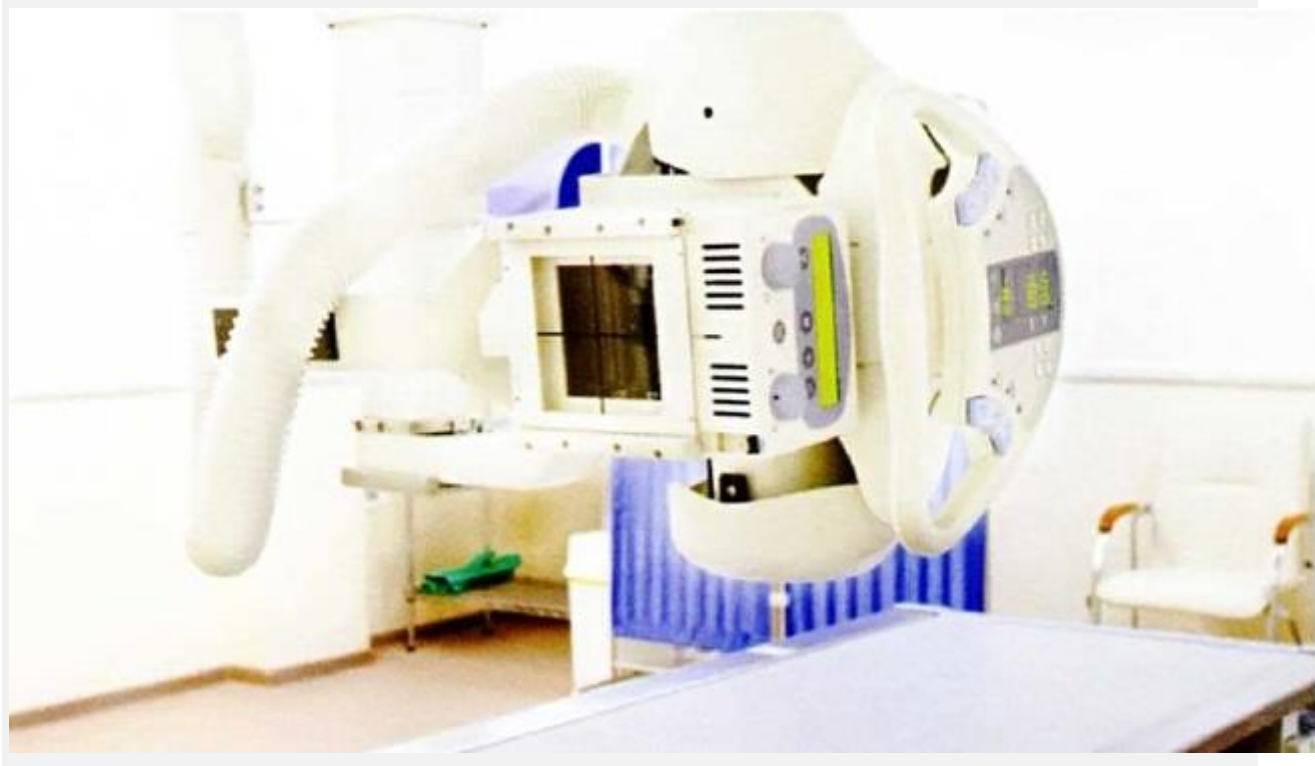
### **Vazifa-2. Rentgen nurlarining tibbiyotda qo'llanilish tarixi:**

1898-yilda rentgen nurlarini birinchi marotaba tibbiy maqsadlarda foydalanishga kirishildi. Xarakatdagi Britaniya armiyasi uchun maxsus Rentgen naychasi bilan jihozlangan tashxis apparati loyihalandi va askarlarni jarohatlangan qismlarini tekshirish uchun olim Uilyam Qo'lidj Rentgen nayning katodini volfram tolalari bilan ta'minlab, rentgen nayini yanada takomillashtirilishiga o'z hissasini qo'shdi. Buning natijasida yana ham sifatli va tiniqroq tasvir olish imkoniyati paydo bo'ldi. Keyinchalik ham olimlar va muhandislar, hamda, tibbiyot mo'taxassisalari umumiy izlanishlar orqali rentgen nurlarining samaradorligini oshirish, ularning bemorlar va doktorlarga salbiy ta'sirlarini kamaytirish borasida muttasil izlanishlar olib bordilar, Shu bilan bir qatorda bu nurlar harbiy poligonlarda ham keng qo'llanila boshlandi. 1901-yilda Vilgelm Konrad Rentgen o'z kashfiyoti uchun Fizika sohasidagi Nobel mukofotiga sazovor bo'ldi. Shuni alohida ta'kidlash kerakki, bu fizika sohasi uchun ta'sis etilgan birinchi Nobel mukofoti edi. Bir qancha muddatdan keyin rentgen naychasi takomillashtirila boshlandi.

Hozirgi kunda ham Rentgen apparatlari tashxis va davolash masalalarida o'z dolzarbligini yo'qotmagan. Ayniqsa o'pka kasalliklari, suyak sinishlari va tish kasalliklarini tashxis qo'yishda Rentgen diagnostikasiga etadigan vosita yo'q. 1970-yillardayoq KT-skanerlar – rengen va kompyuter tomograflarining paydo bo'ldi. Bu usulning mohiyati shunda ediki, odam o'rganizmidagi turli xil to'qimalar, rengen nurlarini turlicha o'tkazadi.

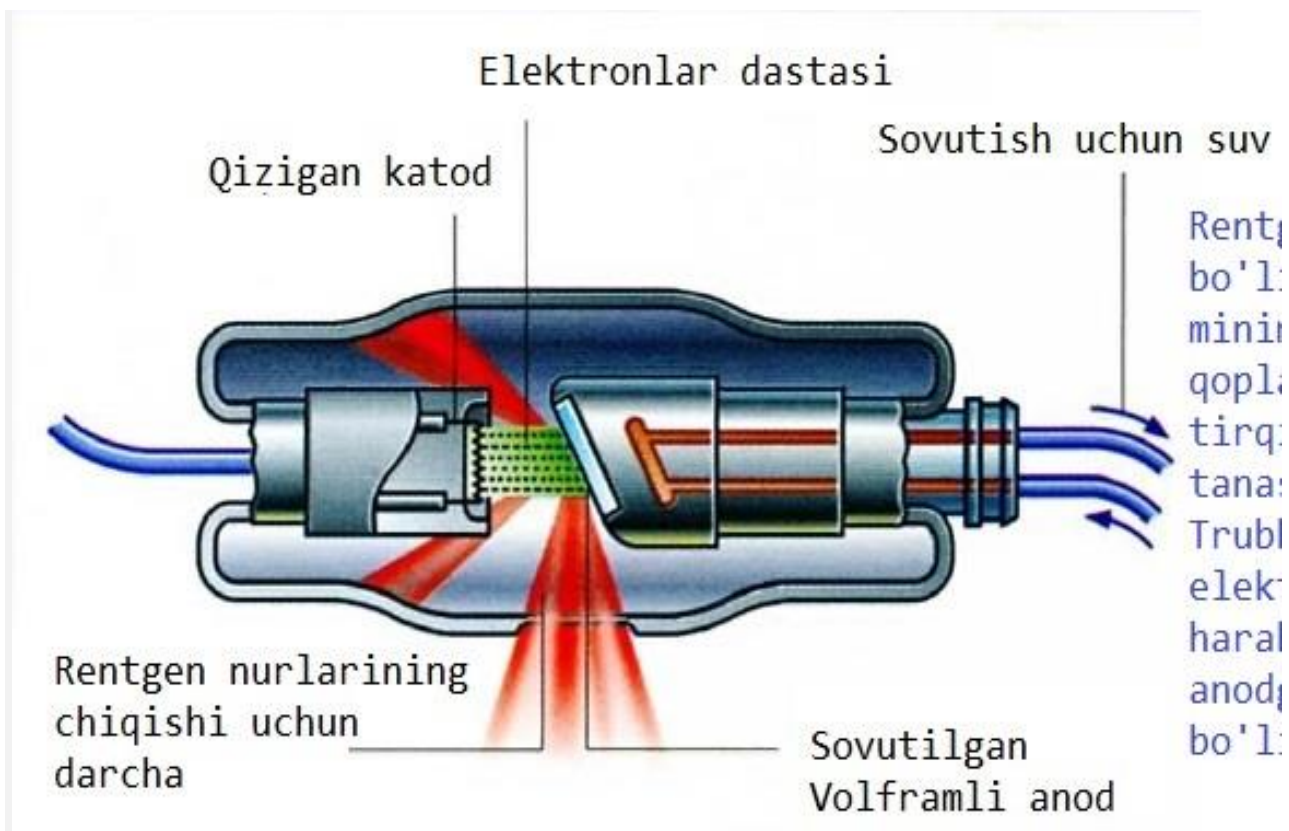
Shu sababli, har xil o'rganlarning rentgen tasvirlarini olish uchun kompyutyerda murakkab qayta ishlash jarayonlari bajariladi. KT skanerlangan o'rganning turli qalinlikdagi to'qimalari qatlamlar bo'yicha alohida alohida tasvirga tushiriladi va ular keyingi qayta ishlash jarayonida kompyutyerdagi maxsus dastur orqali yagona va yahlit o'rgan tasviriga qayta birlashtiriladi.

Lekin, rengen nurlaridan foydalanishning salbiy taraflari ham mavjud: Ular odam o'rganizmiga tushgach, to'qimalar faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi va saraton kasalliklarini kelib chiqishiga sababchi bo'lishi xavfi mavjud.



2-Rasm. Zamonaviy rentgen apparati

Shu sababli, o'rganizmning rentgen tekshiruvlari oraliq masofasini saqlash vrachlar tomonidan doimiy va jiddiy nazorat qilinadi.



3-Rasm Zamonaviy rentgen naychasi

Rentgen naychasi elektron-nur naychasining bir turi bo'lib, u radiatsiyaning aks ta'sirlarini minimallashtirish maqsadida atroflama to'liq metall qoplam bilan qoplangandir. Unda faqat kichik tirqish bo'lib, u orqali rentgen nurlari mijoz tanasining tekshirilayotgan qismiga yuboriladi. Trubkaning ichiga kuchli quvvatga ega elektr to'ki, elektronlarni musbat anod va manfiy katod orasida Xarakatlanishiga majbur qiladi. Elektronlarning anodga ta'siri rentgen nurlanishning paydo bo'lishiga olib keladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Rentgen nuri kachon kim tomonidan kashf etilgan ?
2. Rentgen nurlari qanday maqsadlarda tibbiyotda qo'llaniladi?
3. Rentgen nurlari qanaqa plastinkalardan o'ta olmaydi?
4. Rentgen o'zi kashf qilgan nurlarni qanday nurlar deb atadi?
5. Nechinchi yil birinchi marotaba rentgen nurlari tibbiy maqsadlarda foydalanila boshlandi?



6. Birinchi nobel mukofoti ta'asischisi kim va u nechinchil yil taqdirlangan?

7. Nima uchun rentgen naychasi metal qoplam bilan qoplangan?

## **2-amaliy mashg'ulot: «Kenotron, rentgen trubkasining ishlash prinsipi»**

**Ishning maqsadi:** Kenotron va rentgen naychalarining ishlash prinsipi bilan tanishish. Katod nurlarining kinetik energiyalari issiqlik energiyasi va rentgen nurlariga aylanishi.

### ***Uslubiy va moddiy ta'minot:***

- \* *uslubiy ko'rsatmalar;*
- \* *kenotrong ishlash prinsipi*
- \* *rentgen naychasining tuzilishi*
- \* *rentgen nurlarining tabiati;*

### ***Vazifani belgilash***

#### **1. Kenatronning tuzilishi**

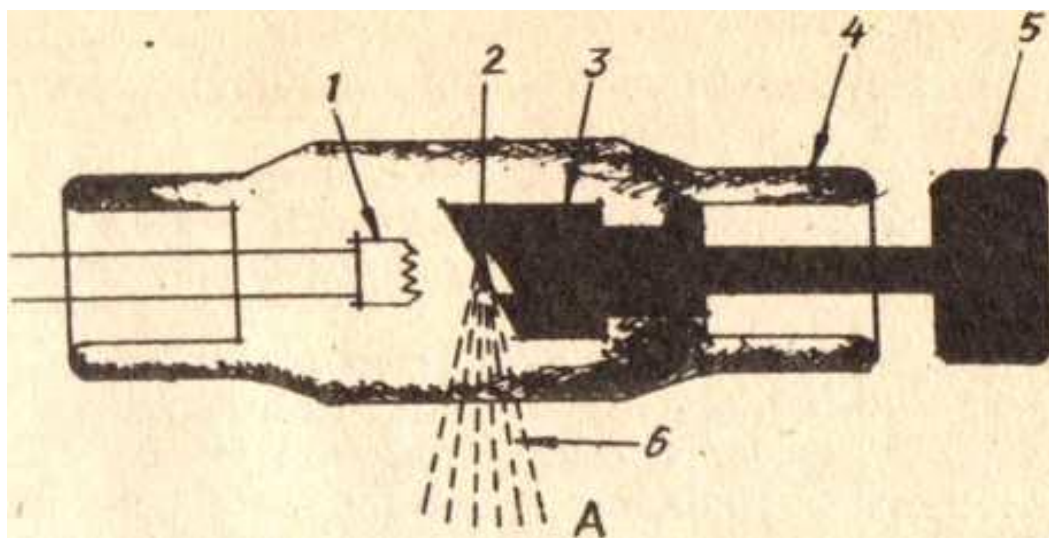
Kenotron havosiz (vakuum) shisha kolbaga o'xshaydi. Uning ichida, ikki tomonida elektrod joylashgan bo'lib, biri - katod, ikkinchisi - anod. Katod ichkari tomoni g'ildirakka o'xshash plastinka bo'lib, uning orasida volfram simi bor. Katod o'rtada joylashgan ustunga mahkamlangan. Uning tashqi qismi pasaytiruvchi va yuqori kuchlanishli transformatorlar bilan bog'langan. Anod ichkari tomoni yumaloq, volframdan yoki molibdendan ishlangan plastinka bo'lib, taqsimchaga o'xshaydi va o'rtadagi ustunga mahkamlangan, ustun esa anodning kolbaga kirish qismiga qalaylangan bo'ladi. Anodning sirtki qismi rentgen trubkaning elektr sistemasi bilan bog'langan. Yuqori kuchlanishli doimiy to'k yuqori kuchlanishli to'k o'tkazadigan kabel orqali rentgen naychasiga beriladi. Kenotron yuqori kuchlanishli transformator ichidagi moyda sovutiladi.

## 2. Rentgen naychasining ishlash prinsipi.

Rentgen naychasi - elektr vakuum bo'lib, unda yuqori kuchlanishli katod nurlari rentgen nurlariga aylanadi. Buning uchun katod nurlari (elektronlar) ga katta tezlik beriladi, so'ngra ular anod yuziga urilishi uchun keskin ravishda to'htatiladi. Katod nurlarining urilishi paytida ularning kinetik energiyalari issiqlik energiyasi va rentgen nurlariga aylanadi.

Rentgen naychasining o'rta qismi sharga o'hshab, ikki uch silindr shaklida, u joyga ikkita elektrod - katod va anod payvandlangan. Katodning ichki qismi metall plastinkadan ishlangan kosachaga o'xshash bo'lib, uning o'rtasiga volfram spirali o'rnatilgan, u nayni qizdiradi. Katodning tashqi qismi kamaytiruvchi transformator va kenotrondan kelayotgan o'zgarmas yuqori kuchlanishli to'kka ulangan. Anod misdan ishlangan ustun (sterjen) bo'lib, uning ichki qismi boshchaga o'xshaydi, yuz tomoni qiyshiq bo'lib,  $190^\circ$  burchak hosil qiladi. Uning yuzida fokus dog'i (nayning fokus) bor, bu yerga katod nurlari urilib, rentgen nurlarini hosil qiladi.

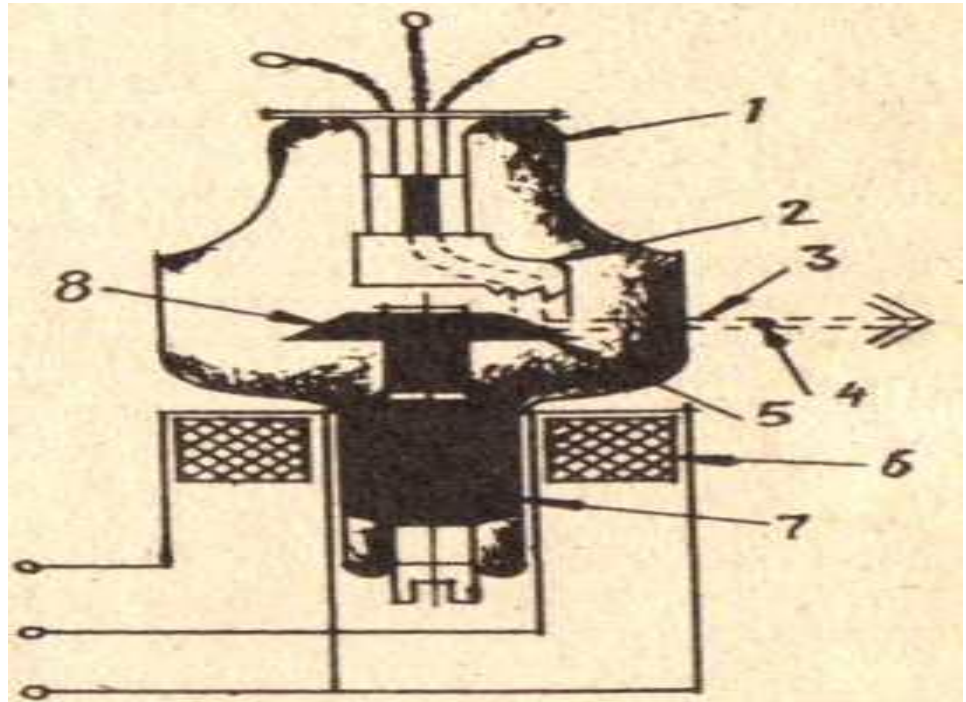
Rentgen nurlarining ekranda tasvir hosil qilishi rentgen trubkaning optik tuzilishiga va paydo bo'lgan rentgen nurlarining soniga bog'liq. Nayning fokusi qanchalik kichik bo'lsa, nurlanish manbai Shunchalik kichiklikka (nuqtalikka) yaqinlashadi va rentgen nayining optik xususiyati yaxshilanadi, bu esa rentgen nurlanishni katta intensiv darajada olishga imkon beradi. Nay fokusida rentgen nurlaridan tashhari issiqlik energiyasi paydo bo'ladi va tarqaladi, u esa anodni tez qizdiradi va cho'g'lantiradi. Fokus dog'i erib



ketmasligi uchun uni volfram yoki platinadan ishlanadi. Paydo bo'lgan issiqlik energiyasi misdan ishlangan boshchadan ustunga o'tib, tashqariga — sovutish uchun chiqariladi, u yerda anod misdan ishlangan radiator bilan tugallanadi (1-rasm, A)

Rentgen naychasi metall g'ilof ichiga joylanadi, rentgen nurlari esa kichkina maxsus oyna tuynukdan tashqariga chiqadi, g'ilofning boshqa tomonlaridan nur o'tmaydi. Rentgen nayini g'ilofga joylab bo'lmay, transformator moyi bilan to'ldiriladi. G'ilofning yuqori va past tomoniga o'rnatilgan ventilyator moyni, moy esa rentgen nayini sovutadi. Shunday qilib, rentgen nayi havo-moy usulida sovutiladi. Rentgen nayi ishlayotgan vaqtda hosil bo'lgan rentgen nurlari har tomonga taraladi, uning asosiy qismi (markaziy nur) oyna teshikdan tashqariga chiqib, shtativdan o'tib ekranga tushadi va uni yoritadi.

Rentgen texnikasi rivojlanishi natijasida rentgen nayi mukammallanadi, uning optik xususiyatlarini saqlab qolgan holda quvvati oshirildi va aylanadigan anodga ega naychasi yaratildi. Bunday naychalarda anod boshchasi uncha qalin bo'lmagan, kesiq konusli, yumaloq bo'lib, o'z o'qi atrofida minutiga 2700-9000 marta aylanadi. Konusli yon tomoni anodning oynasi vazifasini bajaradi va u rentgen nurlarining markaziy nurlanishiga  $190^\circ$  burchak hosil qiladi. Aylanadigan anodda optik fokusning o'lchami kichik (1X1 mm, 2,5X2,5 mm) bo'lib, suratlar esa ancha yaxshi sifatli (A. YA. Katsman). Aylanadigan anodli naychalar quvvati katta kuchga ega, surat olish vaqti taxminan 0,01—0,1 sekund. Agar surat olish vaqti (viderjka) 1 sekunddan ko'p bo'lsa, bu trubkalar quvvati oddiy trubkalar bilan baravar hisoblanadi (1-rasm, B).



### ***Rentgen nurlarining tabiati***

Rentgen nurlari ko'zga ko'rinmaydi, ularni bevosita yo'llar bilan aniqlanadi. Rentgen nurlari moddalar ichiga kirib singiganda yorug'lik hosil qiladi (lyuminessensiya), u qorong'ida yaxshi ko'rinadi. Yoritib ko'rish uchun (rentgenoskopiya) maxsus lyuminesent ekrandan foydalaniladi. Ekran kartondan tayyorlanadi va o'lchami 35X35, 30X40 sm bo'lib, bir tomoniga yelim aralashtirilgan lyuminessent moddalar (rux sulfid, kalsiy volfromat va b.q.) surilgan. Unga rentgen nurlari tushgan mayda sariq, yashil rangda nur sochadi.

Rentgen nurlarining qattiqligi (intensivligi) qancha ko'p bo'lsa, ekran shuncha yaxshi ravshanlashadi.

**Asosiy rentgenologik tekshirish usullariga:** rentgenoskopiya, rentgenografiya, flyuorografiya va elektrentgenografiya kiradi.

**Rentgenoskopiya** taxminiy tekshirish usuli bo'lib, u o'rgan morfologiyasi va funksiyasi to'g'risida tez fikr beradi

**Rentgenografiya** — rentgen nurlari yordamida surat olish usuli; u asosiy, klassik va ishonchli usul bo'lib, tekshirilayotgan o'rgan soyasining rentgen plyonkada tasvirlanishiga asoslangan. Rentgenografiya natijasi

rentgenogramma deb ataladi

**Flyurografiya** — flyuressensiyalangan ekrandan fotoplyonkaga yoki flyurografiya plyonkasiga kichkina surat olish usuli.

**Elektrorentgenografiya** – rentgenologik tekshiruv usuli bo'lib, tekshirilayotgan o'rgan surati asosan oddiy oq qog'oz har-xil ERGA apparatura yordamida olinadi. Suratlar (2-3 minutda) olish mumkin, kam mablag sarf bo'ladi va tasvir tiniq chiqadi.

Nazorat savollari:

1. Kenatron qanday tuzilishga ega?
2. Rentgen naychasining ishlash prinsipi qanday tuzilgan?
3. Rentgen nurlarining ekranda tasvir hosil qilishi nimaga bog'liq?
4. Rentgen nayining fokus dog'i erib ketmasligi uchun u qanday namunalardan ishlanadi?
5. Rentgen nayi qanday usulda sovutiladi?

### **3-amaliy mashg'ulot: «Rentgen tajribalari va ularning dolzarbligi»**

**Ishning maqsadi:** Rentgen nurining asosiy xususiyatlari, rentgen muzeyidagi rentgen naychasi, amerikalik tadqiqotchi Kulij Viliam Devidning naychasining tuzilish rentgen naychasi.

***Uslubiy va moddiy ta'minot:***

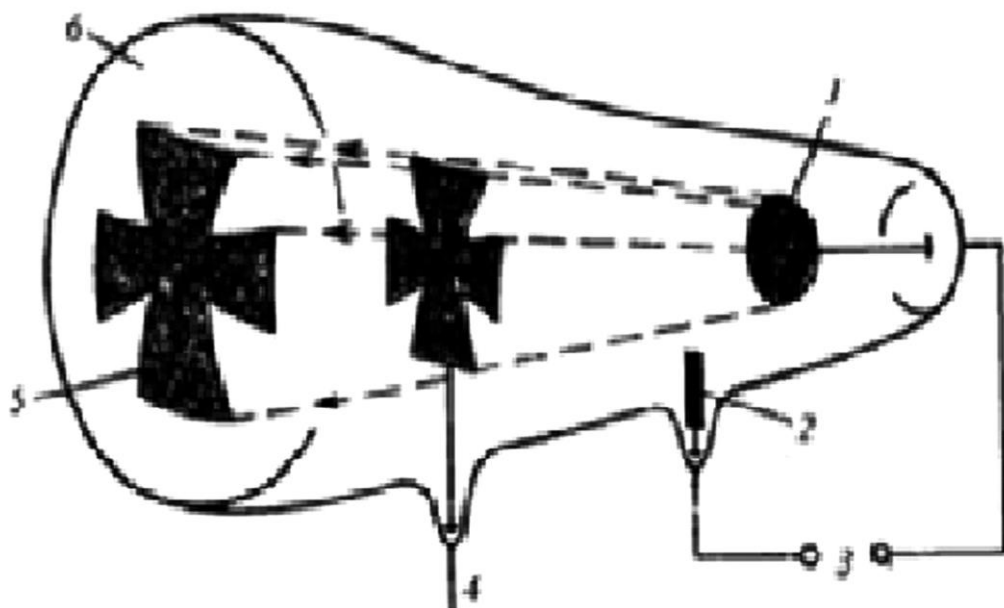
*\* uslubiy ko'rsatmalar;*

*\* rentgen naychasining sxemasi;*

## Vazifani belgilash

### 1. Rentgen tajribasi

Yetti hafta davomida noma'lum nurlar ta'sirini o'rganib, ularni Rentgen X-nurlar deb atadi. Yuqori kuchlanishni razryadlash uchun zaruriyatni hosil qilgan, induksion g'altakdagi o'tkazgichning fluorensent ekraniga sochilgan soya, Rengen uchun X-nurlarning har-xil namunalardan o'tish xususiyatini o'rganish g'oyasini o'rganishga yetakladi.



1-Rasm. Katod nurlari yo'lidagi to'siq - multiylar kresti ko'rinishidagi Kruks naychasi: 1 - katod, 2 - anod, 3 - yuqori kuchlanish manbai, 4 - katod nurlari yo'lidagi to'siq, 5 - to'siq soyasi, 6 - katod nurlari ta'siri ostida eritiladigan lyuminafor bilan qoplangan ekran.

U rentgen nurlari obyektning qalinligi va moddaning zichligiga qarab deyarli barcha narsalarga turli xil chuqurliklarda o'tishi mumkinligini aniqladi. Rentgen zaryadlangan naycha va ekran o'rtasida kichik bir qo'rg'oshin diskini tutib, qo'rg'oshinda X-nurlar o'tmasligini payqadi va shu yerda hayratlanarli kashfiyot qildi: qo'llarining suyaklari ekranda tim qora soya hosil qilishini qurdi, ya'ni yumshoq to'qimalardan yengilroq soya bilan o'ralganini aniqladi. Ko'p o'tmay, u

X-nurlari nafaqat bariy sianoplatinit bilan qoplangan ekranni yoritishini, balki fotoemulsiyaga tushgan X-nurlarni fotoplastinkada qorayishini aniqladi.

1895 yil oxirida mahalliy ilmiy jurnalda chop etilgan rentgenologik tadqiqoti haqidagi birinchi ma'ruza ham ilmiy jamoatchilikda, ham keng jamoatchilikda katta qiziqish uyg'otdi. Rentgen tajribalari darhol boshqa olimlar tomonidan ham tasdigini topdi. Hattoki mashhur amerikalik eksperimentator Robert Vudning (Wood Wood Williams) Germaniyada uzoq ilmiy safarda bo'lishiga qaramay Rentgen nurlarining kashf etilishiga qiziqishi haqida guvohlik berdi.

R. Vud Rentgenning kashfiyotini qanday qilib o'rganganligi haqida hikoya qiladi: 1895 yil qishning boshida unutilmas tongda professor Blasius biznikiga dahshatli hayajon bilan keldi. Men bilan yuring - bizda juda ajoyib narsa bor. Biz uning orqasidan kichkina xonalarning biriga kirdik, uning devorida o'nlab yoki undan ham g'aroyib ko'rinadigan fotosuratlarini - aniq ko'rinadigan odamning qo'llarining suyaklari, hamyon ichidagi tangalari bilan, yog'och qutidagi kalitlar yig'indisi va boshqa narsalar ko'rdik.

Nima u?. - deb so'radik. Ular hozirgina sirli maslaxatchidan pochta orqali keldi. Ularni Vyursburg professori Rentgen yuboribdi. Ular moddalarga kirib boradigan, metall va boshqa zich narsalarning fotosuratini plastinkaga tushirib beradigan yangi nur kashf etganlarini ularni X-nurlari deb atashganini, ular shisha devorli vakuumli naychanning katod nuri tushadigan joyidan chiqishini. bir-ikki kundan keyin butun laboratoriyalari bu nurni hosil qilish uchun rentgen naychasini o'rganish bilan shug'ullanishdi. Olimlar o'z qo'llarini, har xil obyektlarni soyasini hosil qilish bilan band edi.

Rentgen X-nurlarning asosiy xususiyatlarini: qaytish, yutilish va havoda ionlashish qobiliyati o'rgandi. U rentgen nurlarini samarali ishlab chiqarish uchun Qayrilgan platinali antikod va egiltirilgan katodli naycha dizaynini taklif qildi. Tadqiqot natijalari 1896 va 1897 yillarda rentgen nurlari bo'yicha ikkita maqolada e'lon qilingan edi. V.A.Ssukermanning guvohligiga ko'ra keyinchalik uning ilmiy qiziqishlari boshqa sohalarga o'tdi. Dastlabki yigirma yil ichida (1895-1915) fizika va tibbiyotda ishlatiladigan rentgen nurlari manbalari Rentgen tomonidan taklif

qilingan naychalarnikidan bo'lib, deyarli farq qilmas edi. Ular Pashen egri chizig'ining chap bo'lagida qoldiq gaz bosimi  $10^{-3}$  Tor atrofida ishlaydigan gaz razryadli moslamalar edi. Bunday naychalarda elektron manbai, gazli razryad musbat ionlar tomonidan bombardimon qilingan katoddir. Ushbu naychalarning asosiy kamchiliklari doimiy xarakteristikalariga ega emasligi va to'k, kuchlanishning alohida tartiblanishida qiyinchilik tug'diradi.

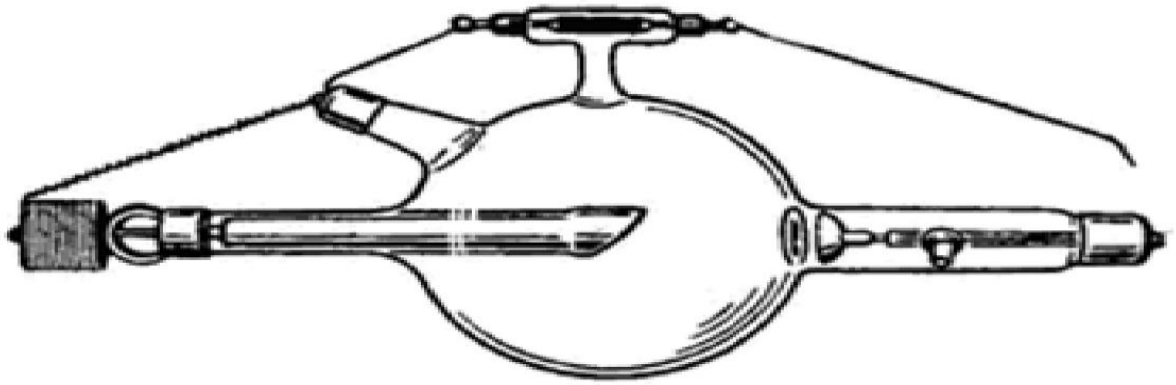


2-Rasm. Rentgen muzeyidagi Rentgen ishlagan naychalardan biri.

1914 yilda Amerikalik tadqiqotchi Kulij Viliam Devid (Coolidge Wiiliam David), volfram katod cho'g'lanma ko'rinishida elektron manbali, yuqori vakuumli rentgen naychasini taklif qildi va amalga oshirdi. Bunday naychada katodning harorati emissiya oqimini orqali, katod va anod orasidagi kuchlanish esa elektron energiyasi orqali aniqlaydi.

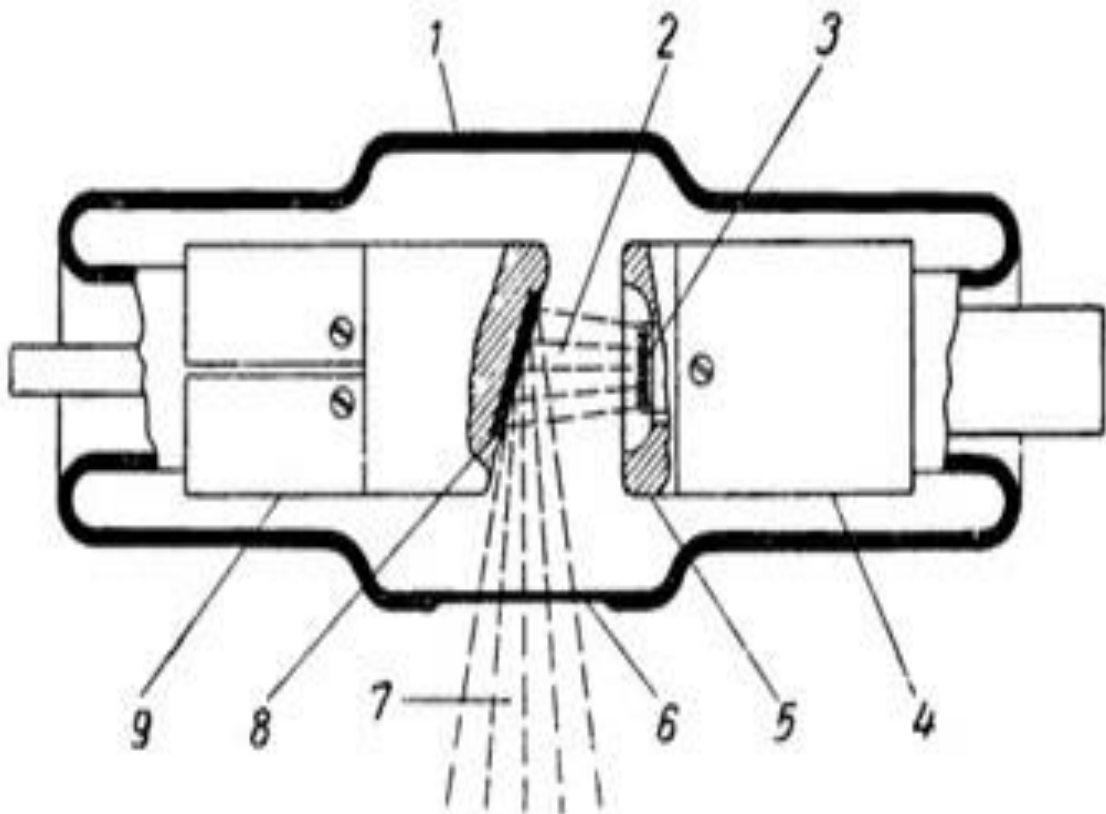
## 2. Rentgen naychasining sxemasi





3-Rasm. Payat qilingan ionli rentgen naycha. U gaz regulyatoriga (yuqorida), qoldiq gazlarning maqbul bosimini ushlab turadigan tugunga ega.

O'ngdagi o'tkazgich katod bilan razryadlangan bo'shlig'ni hosil qiladi, aynan u qo'llab-quvvatlanadigan bosimning qiymatini belgilaydi. O'quv laboratoriyalarida namoyish uskunasi sifatida bu qurilma keng tarqatilgan



5-Rasm. Zamonaviy rentgen naychasi: 1 – shishali ballon, 2 - elektronlar oqimi, 3 – cho'g'lanma ip, 4 - katod, 5 – fokuslanadigan stakan, 6 - deraza, 7 - rentgen nurlari, 8 - nishon, 9 - anod.

Kulij naychasi juda muvaffaqiyatli ixtiro bo'lib chiqdi, u tibbiy va texnik sohalarda keng qo'llaniladi. Bugungi kunga kelib, ko'pchilik rentgen manbalari ushbu sxema bo'yicha qurilgan - ular ikki elektrodli qurilmalar hisoblanadi. Elektronlar manbai sifatida termoelektronli katodga ega. Yuqori vakuumda ishlaydi, ichki qismini yig'ma emas payat qilingan korpusdan iborat bo'lib, butun xizmat muddati davomida saqlanadi.

Nazorat savollari

1. Rentgen rentgen nurlarining qanday xususiyatga ega ekanligini aniqladi?
2. Rentgen X-nurlari qanday xususiyat o'rgandi?
3. 1914 yilda Amerikalik tadqiqotchi Kulij Viliam Devidning taklif qilgan yuqori vakuumli rentgen naychasidagi katod va anod orasidagi kuchlanish qanday energiya orqali aniqlangan?
4. Zamonaviy rentgen naychasi nechi qismdan iborat?

#### **4-amaliy mashg'ulot: «Bojxona nazoratida rentgen tekshiruvi uskunasidan foydalanishdagi muammolar»**

*Ishning maqsadi:* Bojxona nazoratida rentgen tekshiruvi uskunalaridan foydalanish tahlili. Xarakterlanuvchi rentgenotelevizion PRTU 4026 qurilmasi HI-SCAN 130100 rentgenotelevizion qurilma uskunali treylerden iborat bo'lib, bagaj va yuklarni rentgenotelevizion nazoratini o'tkazish imkonini berishini o'rganish. Bojxona sohasida bojxona nazorati paytida rentgen tekshiruvi uskunasidan foydalanish muammolari va samaradorligini oshirish bo'yicha tavsiyalar.

*Uslubiy va moddiy ta'minot:*

*\* uslubiy ko'rsatmalar;*

*\*rentgen tekshiruv uskunalarining ishlash prinsipi va turlari bilan tanishishi*

**Vazifani belgilash:** Bojxona sohasida rentgen tekshiruv uskunalarning qo'llanilishini o'rganish

## **1. Tekshiruv rentgen uskunalari**

Bojxona nazoratida rentgen tekshiruv uskunalariidan foydalanish tahlili: bojxona hududi tashqi savdo operatsiyalarini mingdan ortiq korxonalar va tashkilotlarda amalga oshiradi. Yuklarning asosiy qismi yirik sanoat obyektlariga – gigant mahalliy metallurgiya va mashinasozlik sanoatiga to'g'ri keladi.

Tekshiruv operatsiyalarini amalga oshirishda bojxona xodimlari oddiy va mukammal texnik vositalardan foydalanishadi. Bular jumlasiga quyidagilar kiradi: inspeksion-tekshiruv komplekslari, yuklarni va odamlarni tekshirish uchun tekshiruv rentgen uskunalari.

Tekshiruv rentgen uskunalari (TRU) - bu yo'lovchilarning qo'l va bagaj yuklarini, shuningdek, alohida yuklarni, o'rta o'lchamdagi yuklarni va xalqaro pochta jo'natmalarini ular ichidagi buyumlar, deklaratsiya xulosasiga to'g'ri kelmaydigan materiallar va moddalarni ochmasdan, vizual tekshirish uchun mo'ljallangan rentgen apparatlari majmuidir.

U bojxona nazorati shakllari: bojxona tekshiruv, bojxona ko'rigi va bojxona kuzatuvda qo'llaniladi.

Ushbu texnika ionlashgan nurlanish manbaini generatsiyalaydi va respublikaning sanitariya qonunchiligi normalari va qoidalariga bo'ysunadi.

TRU bojxona chegarasi orqali olib o'tiladigan nazorat obyektlariga, bojxonada qabul qilingan bojxona nazorati texnologiyasiga va uni o'tkazish shartlariga qarab quyidagi turlarga bo'linadi:

- yo'lovchilar, transport xodimlari va yuklangan qoplamalarning qo'l yoki va bagaj yuklarining tarkibini chuqur nazorat qilish uchun TRU.

- yo'lovchilar, transport xodimlarining qo'l va bagaj yuklari, alohida buyumlarini chuqur nazorat qilish uchun TRU.

- o'rta o'lchamdagi bagaj va yuk tarkibini boshqarish uchun TRU.

- Xalqaro pochta jo'natmalarini nazorat qilish uchun TRU.

Bojxona nazorati statsionar va operativ sharoitlarda ham amalga oshiriladi.

Rentgenologik tekshiruv - bu yo'lovchilarni va ularning yuklarini tekshirishning eng obyektiv, ishonchli va tezkor usulidir. U bojxona nazoratida juda katta o'rin egallaydi. Bu har qanday yuk obyektini, qo'l yukini, har xil turdagi uskunalarni, transport vositalarini, Xarakatlanuvchi temir yo'l tarkibini, konteynerlarni, chegarani kesib o'tgan odamlarning tez va samarali ravishda bojxona nazoratidan o'tkazish imkonini beradi. Uning yordami bilan chegara o'tkazish punktlarida ruhsat olish imkoniyatiga erishish mumkin. Bu o'z navbatida, bojxona xizmatlari faoliyatida yuqori natijalarga erishishga imkon beradi. TRU dan foydalangan holda, operator import yoki eksport qilishga taqiqlangan yashirin narsalarni, materiallarni yoki moddalarni, shuningdek yuk birligi tarkibidagi buyumlarning deklaratsiyalangan inventarizatsiyasiga, metall yoki kompozitsion materiallardan tayyorlangan kiyim ostida yashirilgan sovuq va o'qotar quro'lga muvofiqligini; portlovchi, giyohvand moddalar, elektron qurilmalar, qimmatbaho toshlar va metallar, tabiiy xavfli bo'shliqlarda, shu jumladan "shahid kamarida" yashirilgan turli xil materiallardan tayyorlangan xavfli narsalarni aniqlash imkoni beradi.

Shuningdek, bojxona huquqbuzarliklaridagi shubhali va ma'lum bir turdagi buyumlarning yashirin, yopishtirilgan joylarini o'ziga xos dizayn xususiyatlarini aniqlashga yordam beradi.

Bojxona xodimlarining TRU dan foydalanishni bojxona nazoratida tashkillantirilishi natijasida katta yutuqlarga erishilmoqda va bu yo'nalishi takomillashtirilmoqda bu holatda esa bojxona nazorati o'rganlaridan hushyorlik va tamoyillarga rioya qilishlik talab etilmoqda. Faqatgina shu holat bilangina aniq natijalarga erishish, tovarlar, transport vositalari va boshqa bojxona nazorati obyektlarining noqonuniy olib chiqilishini oldini olishni kamaytirish mumkin.

Xodimlar tomonidan bojxona faoliyati sohasidagi bojxona nazorati paytida foydalanadigan rentgen uskunasini ko'rib chiqaylik (1-rasm).



1-Rasm. Xarakatlanuvchi rentgenotelevizion qurilmasi PRTU 4026

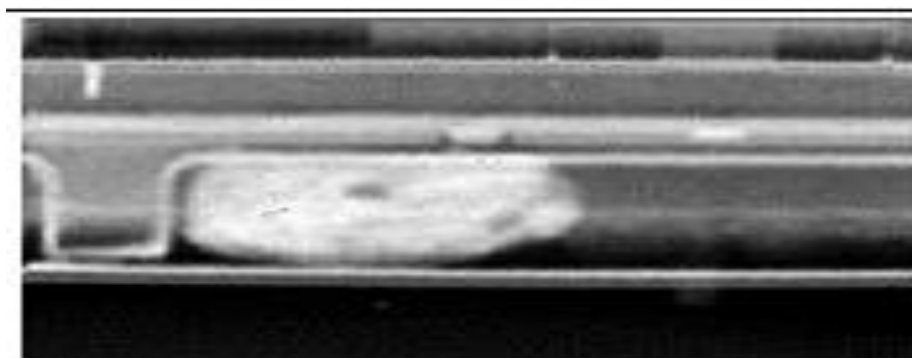
Xarakatlanuvchi rentgenotelevizion PRTU 4026 qurilmasi HI-SCAN 130100 o'rnatilgan rentgenotelevizion qurilma uskunali treylerdan iborat bo'lib, bagaj va yuklarni rentgenotelevizion nazoratini o'tkazish imkonini beradi. Odatda PRTU 130100 bojxona yoki xavfsizlik maqsadidagi tekshiruvlarda bagaj va yuklarni joylashtirish yoki tushirishda qo'llaniladi. O'rnatilgan dizel-generatori elektr tarmog'iga boglanmagan holda tizimni ishlashi uchun zarur bo'lgan quvvatni ta'minlaydi. Yopiq xonalarda PRTU 130100 tizimi ishlashi uchun tashqi tarmoqdagi kabel orqali quvvatlanish olishi mumkin. HI-SCAN 130100 rentgen televizion tekshiruv tizimiga kirish qismida motorli konveyer va chiqishda transportirovka paytida ichki treylerni yigadigan ro'likli konveyer bilan jihozlangan. Konveyer balandligi ish sharoitlariga moslashishi uchun o'zgartirilishi mumkin. Treyler ichidagi harorat havoni isitish va sovutish tizimi tomonidan boshqariladi.

PRTU 130100 ichidagi operatorga asosiy stansiya va ikkita radiotelefon tashqaridagi xodimlar bilan aloqa o'rnatish imkonini beradi.

## **2. Kichik o'lchamli ko'chma rentgenografiya "VATSON-TV" kompleksi**

«Watson-TV majmuasi har xil to'siqlar (po'lat, alyuminiy, yog'och) bilan chegaralangan kichik ( $0,5 - 2,0 \text{ g/sm}^3$ ) va yuqori ( $5 \text{ g/sm}^3$  dan yuqori) zichlikdagi materiallardan tayyorlangan buyumlarni aniqlashga imkon beradi. Yuqori zichlikdagi material fonida yoki havoli muxitda kichik zichlikdagi materialdan yasalgan buyumlarda, shuningdek kichik zichlikdagi material fonida yuqori zichlikdagi materiallarda yaxshi tarqaladigan rentgen nurlaridan chegaralaydigan qalinlik o'lchamlari quyidagilardan iborat: 12 mm alyuminiy; 60 mm DSP; 2.2 mm po'lat.

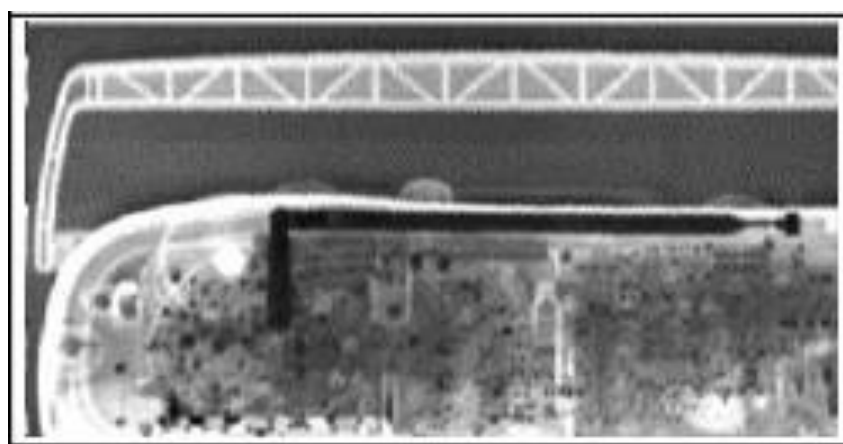
Agar, yuqori zichlikli materialdan yasalgan buyum, yuqori zichlikli yoki havo muhitli boshqa (yoki bir xil) material fonida joylashgan bo'lsa, materialni aniqlashga imkon beradigan chegaraning qalinligi: 8 mm alyuminiy; 40 mm DSP; 1,5 mm po'lat dan iborat bo'ladi. "Watson-TV" kompleksi  $1/2$  diametrdan skanerli nurlanish diametrigacha bo'lgan metall buyumlarni aniqlashga imkon beradi. Cho'zinchoq shakldagi (o'tkazgich) obyektlar manba diametrining  $1/8$  qismidan katta bo'lgandagina aniqlanadi. Shunday qilib, kichik obyektlar skaner manba maydonini kamida 20 % qoplagandagina aniqlanadi. Olingan rasmlarning namunalari quyida keltirilgan.



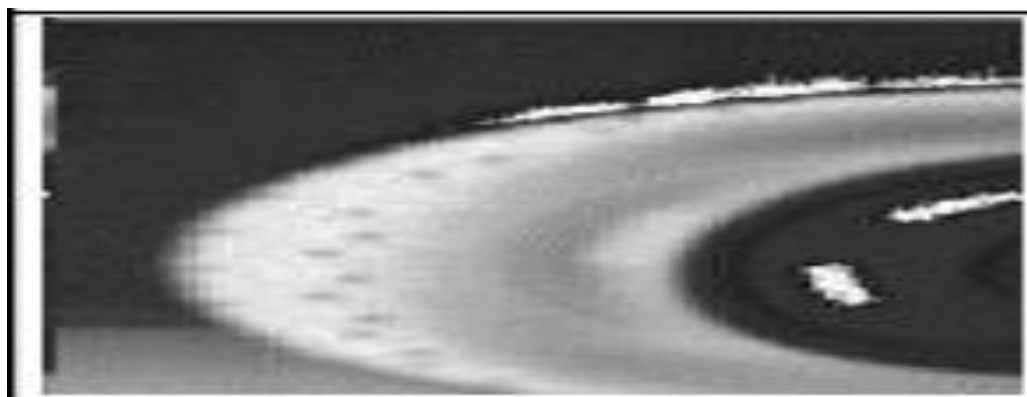
Engil avtoullov bamperi ichiga yashirilgan obyekt qidiruvi



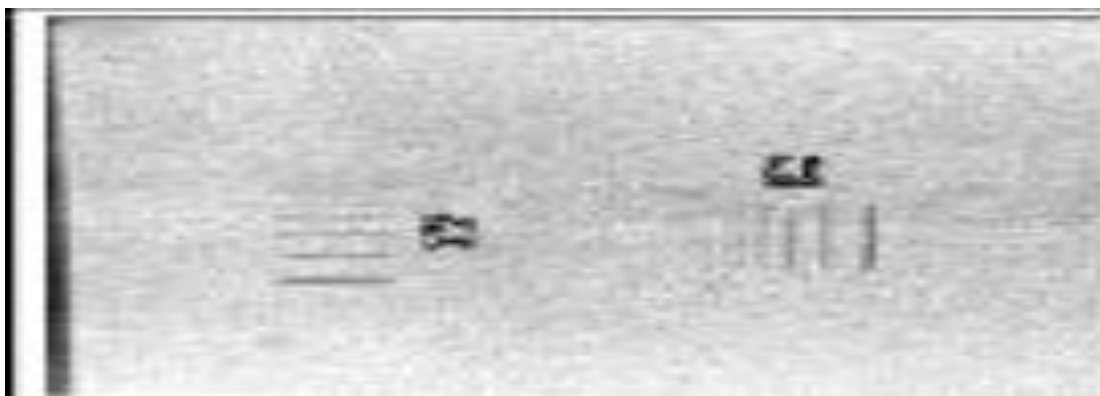
20 mm qalinlikdagi DSP varag'i orqasidagi obyektlar: o'ng tomonda - yodgorlik (loyli shakl) ichidagi metall (qog'oz qisqich-skripka) buyum; markazda – dastasi (ruchka); chapda – multimetr



Magnitola. Muhrlangan po'lat tomonidagi ko'rinish



G'ildirak ichidagi ya'ni gildirak diskining teskari tarafida yopishtirilgan sigaret qutisi.



12 mm qalinlikdagi po‘lat varaqning orqasida №13 sezgir po‘lat simlari, bir uchi 150 mm masofada, ikkinchi uchi esa sinov obyektining orqasida "devor" (gipsokardonli varag‘i).

4-Rasmda «Watson-TV» kompleksidan foydalangan holda bojxonada olingan natijalar ko‘rsatilgan.

PRIM-1 RM rentgenfluorescent analizatorlari bir vaqtning o‘zida 72 ta kimyoviy elementni - kalsiydan ( $Z=20$ ) plutoniygacha ( $Z=94$ ) aniqlaydilar. Shu bilan birga, 10 - 60 sekund ichida quyidagi materiallarning tarkibini aniqlash mumkin: zanglamaydigan po‘lat va yuqori haroratli qotishmalarni; - xromli po‘latlar; asboblari po‘latlar; legirlangan va legirlanmagan po‘latlar; nikeli qotishma; mis asosidagi qotishmalar (bronza, latun); rux va rux tarkibidagi qotishmalar; maxsus qotishmalar va materiallar (sirkoniy, molibden va boshqalar asosida) zargarlik qotishmalari (1-jadval).

1-jadval – Analizatorning asosiy texnik xususiyatlari

Aniqlanadigan elementlarning atom raqamlari oralig‘i	2-94
Bir vaqtning o‘zida aniqlanadigan elementlarning soni	do 72
O‘lchadigan konsentratsiyalar diapazoni, %	5-1 <sup>oo*</sup>
Bitta o‘lchovning maqbul vaqti, s	1 <sup>o</sup> -6 <sup>oo**</sup>
Quvvat manbai	avtonom 12 V yoki tarmoqdan 220 V



Ishchi harorat oralig'i, °S	ot -20 do+40
Avtonom elektr ta'minoti bilan og'irlik, kg, dan ortiq emas	16
Nisbiy xatolikda qotishmalarda elementlarni aniqlashda, asosiy elementlar % (2 va undan ko'p mass. %), aralashmali elementlar (2 mass % gacha).	2 dan 25 gacha

PRIM-1RM qurilmalari qattiq, suyuq va kukun holatidagi moddalarni elementar tahlil qilish uchun mo'ljallangan. Qurilmalar statsionar (laboratoriya) va ko'chma versiyalarda ham ishlatiladi, batareyani zaryadlash yoki akkumulyatorni almashtirish yo'li bilan ishlash muddati kamida 2 soat (ishlash vaqti avtonom rejimida) bo'ladi.

Bojxona sohasida bojxona nazorati paytida rentgen tekshiruvi uskunasiidan foydalanish muammolari: rentgen tekshiruv uskunasiga qo'yiladigan asosiy talablar quyidagilardan iborat:

- nazoratning yuqori darajada bajarilishini ta'minlash;
- tekshirilayotgan obyektlarda yashirin quymalarni aniqlash imkoni;
- ishchilar, xizmat ko'rsatuvchi xodimlar va atrof-muhitning radiatsiyaviy xavfsizligini ta'minlash;
- foydalanish qulayligini ta'minlash;
- oziq-ovqat mahsulotlari, dori-darmonlar va boshqa mol-mulkning nurlanishdan saqlanishini ta'minlash.

Tekshirilayotgan obyektни ochmasdan nazorat qilish uchun foydalaniladigan bojxona ko'rigining texnik vositalari, ularning texnik va ekspluatatsion xususiyatlari nazorat obyektlarining turlari bo'yicha aniqlanadi va nazoratning texnik vositalariga bo'linadi: qo'l yuki va yukning tanlangan buyumlari; xalqaro pochta jo'natmalari; o'rtacha yuk; avtomobillar, tirkamalar va mikroavtobuslar; yuk va bagaj; konteynerlar va katta yuklar; yuk mashinalari, treylerlar va turli xil refrijeratorlar.

Bojxona tomonidan NRUdan foydalanishning maqsadi - bojxona nazorati

obyektlari tarkibidagi ma'lumotlarning muvofiqligini monitoring qilish, hujjatlarni deklaratsiyalash va shu bilan birga kontrabanda va ma'muriy huquqbuzarlik obyektlarini aniqlashning muhim vazifalaridan biri. Bojxona o'rganlarini jihozlash uchun mavjud bo'lgan NRU parki juda muhim va nomenklaturasida xilma-xildir. Bojxona ixtiyorida: ko'chma rentgentelevizion qurilma; "Watson-TV" rentgenli kichikgabaritli ko'chma kompleks; rentgenofluorescent analizator, "Prim - 1" energiya dispersiyali nazoratiy rentgen uskunasi. Portativ rentgen skanerlari "Watson" transport vositalarining tarkibiy elementlarida yashiringan quymalarni topish uchun ishlatiladi. Shunday qilib, foydalanilgan rentgen televizion moslamalari hozirgi paytda qo'l yuklari va bagajlarni tekshiruvda eng muhim va samarali vosita hisoblanadi. Ushbu qurilmalar nazoratdagi obyektning ichki tuzilishini o'rganishga, tashqi qo'shimcha qo'shilganligini yoki nuqsonlari borligini aniqlashga imkon beradi. Ularning imkoniyatlari quro'llar va portlovchi moslamalar alohida elementlar, xavfli biriktirma idishlar va tashish taqiqlangan boshqa narsalarni aniqlash imkonini beradi.

Bojxona nazorati paytida bojxona sohasida tekshiruv rentgen uskunalarining samaradorligini oshirish bo'yicha tavsiyalar

Ideal holda, qo'l yuklarida tekshirish elementlarini va tekshiruvdan o'tish uchun nomaqbul vaziyatlarni istisno qilish kerak, shunda hamma narsa iloji boricha tez va qulay bo'ladi. Aynan shu talablar eng so'nggi aniqlash vositalarining rivojlanishini aniqlaydi. Shunday qilib, tekshirish uskunalari evolyusiyasida bir nechta asosiy vektorlarni aniqlash mumkin. Bu samaradorlikning oshishi, masofadan aniqlash usullarini takomillashtirish, ergonomikalashni, ixchamligni oshirish, shuningdek, bunday uskunani ishlatishni soddalashtirish, uni maxsus bildirishsiz va rivojlangan professional qobiliyatli ishlash ehtimolikka olib keladi. Soddalashtirish, olingan natijalarining detektorlash, ularni tezkor dekodlash va dalil sifatida foydalanish imkoniyati bilan tasdiqlanadi (masalan, yukni operativ tahlil qilishning vizual natijalari ilovasiga ko'ra fuqaro hujjatlarni rasmiylashtirilishida qo'lga olinishida qo'llanilishi). Tekshiruv davomida tekshirilayotgan obyekt o'zgarmasa, buzilmaydigan tahlil usullari tobora muhim ro'l o'ynaydi. Agar biz sanab o'tilgan

innovatsion texnologiyalarni jahon tajribasiga asoslasak, bu qarorlarni qabul qilishda inson omilini minimallashtirish, bojxona nazorati tartibini tezlashtirish, tekshirishlar sonini kamaytirish va umuman bojxona xizmatlarining samaradorligini oshirishga imkon beradi.

Ko'p narsa aeroportlarda ishlaydigan xodimlarga bog'liq. Afsuski, ko'plab yo'lovchilar yomon tashkil etilgan protseduralar va taktik bo'lmagan holatda o'tkazilgan tekshiruvdan norozi bo'lishadi, albatta. Shu sababli, hozirgi vaqtda tekshiruv rentgen uskunasi bilan foydalangan holda bojxona nazoratini amalga oshiradigan xodimlarni malakali tayyorlash bo'yicha faol ishlar olib borilmoqda. Chegarada ishlash uchun zarur bo'lgan yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlash va uskunalarining texnik imkoniyatlaridan to'liq foydalanishni o'z ichiga olgan barcha tarkibiy qismlarni hisobga olgan holda, inspeksion-tekshiruv komplekslarining samaradorligini oshirish mumkin. Davlat loyihalari, ko'p qirrali soya tasvirlar asosi hisobida har xil turdagi ITK va tekshiruv rentgentelevizion uskunalarining qo'llanilishi amalga oshirilmoqda:

- huquqbuzarliklarni kamaytirish uchun, narkotik va portlovchi moddalar ko'rinadigan tekshiruv rentgen apparatlari bilan ta'minlanishi kerak;
- yo'lovchilarning shaxsiy tekshiruv tizimini xavfsizligini ishlab chiqish;
- paket ichidagi (masalan portlovchi moslamalar, quro'llar va boshqalar) olingan narsalar tasvirini avtomatik ravishda aniqlash.

Kelajakda rentgen televizion texnologiyalaridan foydalanib, bunday loyihalarni amalga oshirish quyidagi vazifalarni hal qilishga yordam beradi:

- bojxona nazorati uchun sarflanadigan vaqtni qisqartirish, uning samaradorligini oshirish;
- inspeksion-nazorat komplekslari bilan jihozlangan ruhsatlangan punktda avtomobillar sonini ko'paytirish;
- bojxona huquqbuzarliklari noqonuniy giyohvandlik vositalari, portlovchi moddalar, quro'l va boshqa narsalarni olib kirishini aniqlash va oldini olish.

Introskopiya usulidan foydalanib, obyektlarning ichki tuzilishi haqida ma'lumot olish mumkin. Rentgen va gamma nurlanishining kuchli manbalari 400 mm

po'latdan va undan yuqori o'lchamlarni aniqlash usuliga ega bo'lib, ulardan yetarlicha qalin va zich narsalar, konteynerlar, treylerlar, katta hajmli yuklarni realizatsiya qilishda qo'llaniladi. Bunday qurilmalar uzoq vaqtdan buyon fan va texnikaning boshqa sohalarida muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. Berilgan radiatsiyaviy energiyada ishlaydigan xodimlarning radiatsion xavfsizligini ta'minlaydigan qo'rg'oshinli himoya - kam quvvatli rentgen apparatlarida ishlatilishi tufayli o'z samaradorligini yo'qotadi. "Og'ir devorlar" deb nomlangan maxsus qurilgan binolarda bojxona nazorati texnologiyalari sharoiti shaffof bo'lishi kerak. Bundan tashqari, ionlashtiruvchi nurlanishning kuchli oqimlarini samarali qayd etadigan va bir vaqtning o'zida yuqori sifatli soyali tasvirlarni olish uchun yetarlicha sezgirlikka ega o'tasezgir qabul qiluvchi detektor tizimlarining dizayni, shuningdek, video tasvirlarni kompyutyerda qayta ishlash usullari texnik jihatdan ishlab chiqilishi kerak. Ionlashtiruvchi nurlanish manbalarini konveyer lenta yoki Xarakatlanuvchi platforma ko'rinishida "yoritish" jarayonida ularning Xarakatini amalga oshirish uchun konteyner va transport vositalarini tashish imkoniyatini ta'minlash kerak. Hozirgi vaqtda inspeksion-nazorat komplekslarining ishlashi (INKlar Angliya, Germaniya, Fransiya, Isroil, Xitoy va boshqa mamlakatlarda qurilgan va ishlamoq), kelgusida rivojlanishning sezilarli tendensiyalari va ularning joylashishi, amalga oshirilish jihatidan bojxona nazoratining yangi texnologiyalari bo'yicha to'plangan tajriba mavjudir. Texnik vositalar tovarlar va transport vositalarining tekshirish qiyin bo'lgan joylarini nazorat qilishga imkon beradi, Shuningdek ish haqi va bojxona nazorati vaqtini sezilarli darajada pasayishiga olib keladi. Operativ holatini vizual kuzatish uchun radioloqatsion tipidagi uskunalari ishlatiladi, Shu bir bir qatorda har xil ko'rinishdagi sharoitda ishlaydigan optik yoki optik-televizion kuzatuv texnik vositalari bilan birlashtirilishi mumkin; optik uzoqni ko'ruvchi qurilmadir (mono va stereo naychalar, dengiz durbinlari, moslamalarning infraqizil kuzatuvlari, telekameralar va boshqalar). Optik kattalashtiruvchi (yoritgichli lupalar, mikroskoplar), ultrabinafsha va infraqizil qurilmalar bojxona xodimlari tomonidan bojxona hujjatlari va bojxona xavfsizligi atributlarini tekshirish uchun ishlatiladi.

Bojxona o'rganlari tomonidan bojxona nazoratida takomillashtirilgan asosiy yo'nalishli texnik vositalar foydalaniladi:

- bojxona o'rganlari faoliyatiga yangi texnologiyalarni joriy etish, axborot ta'minot va katta o'lchamli yuk, transport vositalarida bojxona nazoratining samaradorligini oshirish

- xalqaro terrorizmga, uyushgan jinoyatchilikka va davlat chegarasi orqali noqonuniy Xarakatga, giyohvandlik vositalari va portlovchi moddalar, portlovchi qurilmalarga qarshi ko'rashish samaradorligini oshirish;

- ITKdan samarali foydalanishni tashkil etish;

- bojxona o'rganlarining yagona axborot maydoniga ITKni kiritish;

Har xil turdagi va modifikatsiyali ITKlarini shakllantirish. Bojxona nazoratining texnik vositalari tizimi yaratilishi kerak. Mintaqaviy bojxona o'rganlarida mobil ITK (RTUda bitta mobil ITK) bo'lishi kerak. Mobil ITKlaridan foydalanish ko'plab omillarni hisobga olgan holda ko'rib chiqilishi kerak:

- turli yo'nalishlarda, savdo oqimlarining intensivligi;

- turli mintaqalarda bojxona qonunchiligini buzilishi;

- nazorat punktlarida statsionar ITKlarni o'rnatish tufayli tovarlar oqimining "toshib ketishi";

Inspeksion tekshiruv komplekslarining barchasi bojxona o'rganlarining EAISga ulangan bo'lishi kerak. ITK tashqi iqtisodiy faoliyat ishtiroqchilari to'g'risida barcha tezkor ma'lumotlar kelib tushishi shart. IDK yordamida olingan tovarlar va transport vositalarining tasvirlari foydalanuvchilarga (bojxona, mintaqaviy bojxona boshqarmasi) elektron shaklda yuborilishi kerak. Nazorat-o'tkazish punktlaridagi harajatlarni minimallashtirish maqsadida qo'shni mamlakatlarning bojxona xizmatlari bilan ITK yordamida tovarlar va transport vositalarini rentgen tekshiruvi bo'yicha elektron ma'lumotlarni almashtirishni tashkillashtirish mumkin.

- IDK-dan foydalanishni boshqarish bo'yicha barcha qarorlar nazorat-o'tkazish punktlarida qabul qilinadi. Qoida tariqasida mobil ITK transport vositasining shassiga o'rnatiladi va ish paytida sanitariya zonasini talab qiladi. Ular konteynerda yuklarning mavjudligi yoki yo'qligi to'g'risida ma'lumot beradi, asosan kichik hajm

zichligidagi yuklarni yuk hujjatlariga muvofiqligini aniqlab beradi. Mobil ITK quyidagilarni ta'minlashi kerak:

- og'ir transport vositalarining tarkibidagi soyali rentgen tasvirini olish va ulardagi turli yuklarni transport hujjatlariga muvofiqligini aniqlashi;
- yukga kiritilgan buyumlarning joylashishini va chiziqli o'lchamlarini baholashi;
- tarkibiy bo'shliqlar va avtomobil birikmalarining soyali tasvirini ko'rishi;
- tasvirni kattalashtirish yo'li bilan tekshirilayotgan obyektning alohida zonalari va uning tarkibini batafsil, qismli ko'rishi;
- tasvirni xotirada saqlashi, uni olib yuruvchida yozib olishi;
- ma'lumotlarni (tasvirlarni) tashqi iste'molchilarga berishi.

Umuman olganda, mobil ITK quyidagi asosiy tizimlardan iborat bo'lishi kerak:

- avtomobil shassisi;
- - nurlanuvchi tizimi;
- - ro'yxatga olish va ishlov berish tizimi;
- - tasvirga ishlov berish, ma'lumotlarni boshqarish va saqlash tizimi;
- tashqi axborot tizimlari, bojxona o'rganlarining EAIS dasturiy komplekslari va axborot xavfsizligi bilan o'zaro aloqani ta'minlash tizimi;
- - murakkab boshqaruv tizimi;
- - radiatsiyaviy xavfsizlik tizimi;
- - video kuzatuv tizimi;
- - selektorli bog tizimi;
- - elektr ta'minoti tizimi.

Xodimlar va barcha tizimlar, qoida tariqasida, transport vositasining shassisi, mobil ITK-da joylashgan bo'lishi va xodimlarning himoyasini ta'minlashi kerak. Belgilangan sanitariya joylari boshqalarning himoyasini ta'minlashi kerak. Mobil ITK ishlashi uchun tekshirilayotgan obyektlarga nisbatan Xarakatlanadigan tekis maydon tanlanishi kerak.

Belgilangan barcha bu usullar bojxona nazoratining texnik vositalarida (foydalanish va qo'llash) quyidagilarni amalga oshiradi:

- bojxona nazorati uchun sarflanadigan vaqtni tezlashtiradi va uning samaradorligini oshiradi;

- katta hajmli tovarlarni ro'yxatdan o'tkazish va nazorat qilish uchun avtoullovlarni o'tkazish punktlarida bojxona operatsiyalarini bajarish vaqtini 80 daqiqaga, kelajakda 10 daqiqagacha qisqartiradi;

- nazorat punktlarida tekshirilayotgan nogabarit yuklarning sonini kamaytirish;

- bojxona qoidalarini buzgan holda tashilayotgan giyohvandlik vositalari va portlovchi moddalarni aniqlash va oldini olish;

- nazorat natijalarini elektron ma'lumotlar bankida saqlash va undan operatsion faoliyatni amalga oshirish uchun foydalanish.

Iqtisodiy samara quyidagicha ta'minlanadi:

- Katta hajmdagi yuklar va transport vositalarining bojxona nazoratini takomillashtirish byudjetga boj to'lovlarini tushishini sezilarli darajada oshiradi;

- bojxona huquqbuzarliklari uchun zarur shart-sharoitlarni minimallashtirish va kelajakda tashqi iqtisodiy faoliyat bilan bog'liq iqtisodiy jinoyatlar hajmini kamaytiradi.

Yangi texnologiyalarning joriy etilishi bilan ish yuritish xavfi kuchayadi, murakkab uskunalarning ishlashda va kompyuter viruslarining kirib borishda hech qanday nosozliklar bo'lmaydi, shuningdek, bojxona xizmatining maxfiy ma'lumotlar bazalariga ruhsatsiz kirish, ulardan nusxa ko'chirish va hatto tuzatishlarlar kishartiriladi.

**3. Bojxona sohasida bojxona nazorati paytida rentgen tekshiruvi uskunasiidan foydalanish samaradorligini oshirish bo'yicha tavsiyalar natijalari:** Rentgen tekshiruvi uskunalari respublikaning sanitariya qonunchiligi normalari va qoidalariga to'g'ri kelishi.

Bojxona o'rganlari xodimlari RTU ga ishlashidan oldin quyidagilarga amal qilishi shart:

- xodimlarni texnika bilan ishlashga o'rgatish;

- elektrva texnika xavfsizligi bo'yicha bilimlarni tekshirish, xodimlarni o'qitish;

- radiatsiyaviy xavfsizlik uchun javobgar shaxslarni tayinlash va xodimlarni rentgen apparatlari bilan ishlashga ruhsat berish, bojxona buyurtmalarini berish;

- - sanitariya-epidemiologiya xulosasini olish va ushbu obyektning GII ni saqlash va ishlatish bilan bog'liq faoliyat uchun litsenziya olish.

Mamlakatdagi moliyaviy inqirozni va ko'plab nazorat-o'tkazish punktlarini hisobga olgan holda rentgen uskunalari hali ham etkazilib turilmoqda, ammo etarli darajada emas, normativ hujjatlarga muvofiq to'liq bajarilishi uchun ko'p vaqt kerak bo'ladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, rentgen tekshiruvining texnik vositalarini rivojlantirishning istiqbolli yo'nalishlari quyidagilardan iborat:

- - rentgen spektrlarining energetik xususiyatlarini tahlil qilish orqali video tasvirlarni qayta ishlashning matematik kompyuter usullarini ishlab chiqish;

- - kadrlar grafik ma'lumotlar banki yordamida o'qitiladi; ko'p qirrali soya tasvirlar asosida ikki o'lchovli va uch o'lchovli tasvirlarini tiklash uchun matematik kompyuter usullarini ishlab chiqish;

- - giyohvandlik va portlovchi moddalarni aniqlash uchun analizatorli rentgen tekshiruv uskunalari bilan ta'minlash;

- yo'lovchilarni shaxsiy tekshiruv uchun xavfsiz tizimlarni ishlab chiqish;

- to'plam tarkibidagi olingan tasvirlarga muvofiq, belgilangan narsalarni avtomatik ravishda aniqlash;

Kelgusida davlat loyihalarini amalga oshirish, har xil turdagi ITK va tekshiruv rentgentelevizion uskunalaridan foydalanish quyidagi vazifalarni hal qilishga imkon beradi:

- bojxona nazorati uchun sarflanadigan maqbul vaqtga erishish, uning samaradorligini oshirish;

- inspeksion tekshiruv komplekslari bilan jihozlangan avtomobillarni o'tkazish punktlaridagi ruhsatnoma olish imkoniyatlarini ko'paytirish;

- giyohvandlik vositalari, portlovchi moddalar, quro'l va boshqa bojxona huquqbuzarliklarining noqonuniy olib kirishini aniqlash va oldini olish.

Yo'lovchilarni tekshirishning eng ishonchli va tezkor usuli bu rentgen



tekshiruvdir. U bojxona nazoratida juda katta ro'l o'ynaydi. Rentgen tekshiruvchi har qanday yuk obyektini, qo'l yukini, turli xil jihozlar, transport vositalari, Xarakatlanuvchi temir yo'l tarkibi, konteynerlar, chegarani kesib o'tgan odamlarning bojxona nazoratini tez va samarali ravishda amalga oshirishga imkon beradi. Uning yordami bilan chegara o'tkazish punktlarida o'tuvchanlik usulini yuqori samarasiga erishish mumkin. Bu, o'z navbatida, bojxona xizmatlari faoliyatida yuqori natijalarga erishishga imkon beradi. Operator olib kirish yoki olib chiqish taqiqlangan yashirin narsalar, materiallar yoki moddalarni, shuningdek deklaratsiyalangan yuk birligining tarkibiy qismidagi, metall yoki kompozit materiallardan tiqilgan kiyim ostida yashirilgan sovuq va o'qotar quro'l muvofiqligini aniqlashga qodir; elektron qurilmalar, portlovchi, giyohvand moddalar; qimmatbaho toshlar va metallar; insonning tabiiy bo'shliqlarida yashiringan turli xil materiallardan tayyorlangan boshqa xavfli buyumlar, shu jumladan "o'z joniga qasd qilish bombasi kamari"ni takgan yo'lovchilarni ham NRT yordamida aniqlaydi. Tekshiruvchi rentgen uskunalari tufayli bojxona o'rganlari bojxona nazoratini tashkil etishda katta yutuqlarga erishilmoqda, bunday nazorat endi takomillashtirilmoqda va bojxona nazorati o'rganlaridan ehtiyotkorlik va yahlitlikni talab qilmoqda. Faqat bu holda aniq natijalarga erishish, tovarlarni, transport vositalarini va boshqa bojxona nazorati obyektlarini noqonuniy olib chiqish, olib kirishni kamaytirish va oldini olish mumkin bo'ladi.

### **Nazorat savollari:**

1. Rentgenologik tekshiruv qanday usul hisoblanadi?
2. Bojxona xodimlari tekshiruv operatsiyalarini amalga oshirish uchun qanday texnik vositalardan foydalanishadi?
3. Tekshiruv rentgen uskunalari qanday rentgen apparatlar majmuiga kiradi?
4. Tekshiruv rentgen uskunalari qanaqa bojxona nazorati shakllarida qo'llaniladi?
- 5: Xarakatlanuvchi rentgenotelevizion PRTU 4026 qurilmasi HI-SCAN 130100 nazoratni qanday imkoniyatlarga ega?

6. Rentgenografiya "VATSON-TV" kompleksi qanday materiallarni aniqlash imkonini beradi?

7. PRIM-1 RM rentgenfluorescent analizatorlari bir vaqtning o'zida nechta kimyoviy elementni aniqlaydi?

8. PRIM-1 RM qurilmalari qanday holatdagi moddalarni elementar taxlilini olishga mo'ljallangan?

9. Bojxona o'rganlari xodimlari rentgen tekshiruv uskunalariniga ishlashidan oldin nimalarga amal qilishi shart?

10. Introskopiya usulidan foydalanib qanday ma'lumotlarni olish mumkin?

**5-amaliy mashg'ulot: «Birinchi va ikkinchi turdagi bagaj va yuklarni tekshirish uchun rentgen qurilmalarining tashqi yuzasidagi rentgen nurlanishining ambiyent ekvivalent dozalar miqdorini o'lchash usullari»**

***Ishning maqsadi:*** Nazorat obyekt immitatorlarini joylashtirish, ya'ni manba nurlanishiga joylashtirib, Xarakatlanishini chetlashtirish. Bagaj, kichik va katta o'lchamga ega bo'lgan yuklar tekshiruvi uchun mo'ljallangan rentgen qurilmalarining mumkin bo'lgan sirtini skanerlanish jarayonini kuzatish. Himoya shkafiga yopishtirilgan eshiklar chizigining yo'nalishi bo'ylab o'lchangan nuqtalar orqali radiatsion monitoring o'tkazish.

***Uslubiy va moddiy ta'minot:***

\* *uslubiy ko'rsatmalar;*

\* *rentgen qurilmalarining obyektlarni skanerlash jarayonini o'rganish;*

***Vazifani belgilash:*** Rentgen nurlanishining ambiyent ekvivalent dozalarining quvvati:

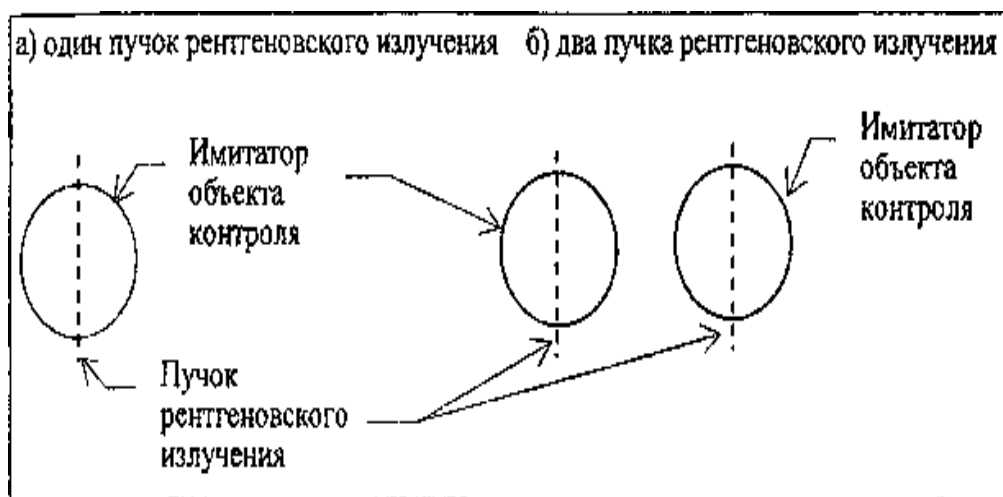
BYUKRQning radiatsion nazoratini o'tkazish uchun energiya oralig'i 15 dan 500 keVgacha bo'lgan uzluksiz rentgen nurlanishining (ambiyent dozalari) ambiyent ekvivalent dozalarini quvvatini o'lchash uchun mo'ljallangan va o'lchanadigan qiymatning o'rtacha qiymatini va statistik xatosini to'g'ridan-to'g'ri olish imkon beradigan rentgen nurlarining dozimetrlari qo'llaniladi.

BYUKRQ 1 turidagi operatorlarning ish joylarida rentgen nurlanishining ambiyent ekvivalent dozalarining quvvatini o'lchash 4 balandlikda (poldan 30, 80, 120, 160 sm) rentgen naychasining anodli kuchlanishi va to'kning maksimal ishchi qiymatlarida amalga oshiriladi.

Nurlanish manbaiga hajmi kamida 5 litr suv bilan to'ldirilgan plastik ko'rinishli nazorat obyekt immitatori o'rnatiladi.

Immitatorni shunday joylashtiramizki keraki, rentgen nurlari manbai uning markazidan orqali o'tadigan bo'lishi kerak.

BYUKRQ uchun qo'llaniladigan bir nechta rentgen nurlari manbailarining har birida nazorat obyektlarining immitatori o'rnatiladi (1-rasm).

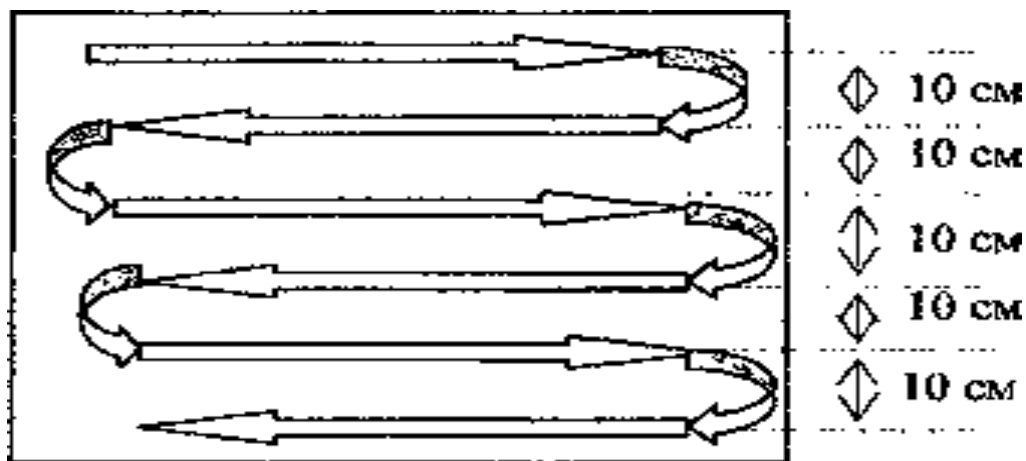


1-Rasm. Nazorat obyekt immitatorining joylashtirilishi  
(yuqoridan qaraganda)

O'lchovlar o'tkazish paytida nazorat kamerasining kirish va chiqish derazalaridagi himoya pardalari Xarakatlanmaydigan holatda bo'lib uni to'liq o'rab olgan bo'lishi shart. Nazorat obyektlarining immitatorlarini manba nurlanishiga

joylashtirish, rentgen nurlarining doimiy generatsiyalanishidagi nazorat jarayonida Xarakterlanmaslikni ta'minlashi kerak. Agar BYUKRQ yuzasidan 2 m dan kam masofada A yoki B guruh ishchi toifasiga kirmaydigan xodimning doimiy ish joyi bo'lsa ambiyent ekvivalent dozalar quvvatini o'lchanadi, shuningdek BYUKRQ operatorining ish joyiga uchun ham qo'shimcha o'lchovlarga qilinadi.

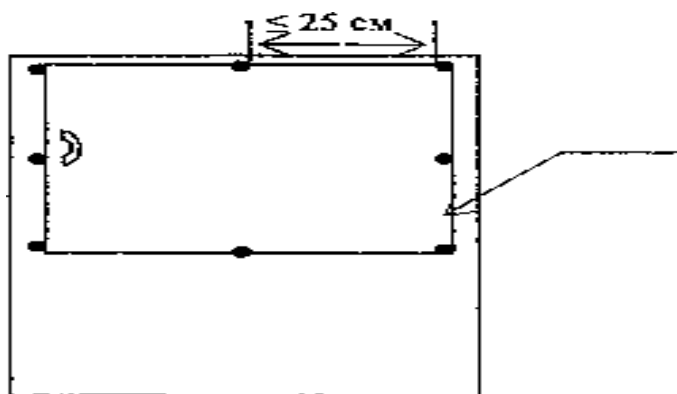
***BYUKRQ 1 turining tashqi yuzasida rentgen nurlanishining ambiyent ekvivalent dozalarining quvvatini o'lchash:*** Nazorat obyektining immitatorini o'rnatmasdan oldin, qurilmaning radiatsion himoyasidagi nuqson yo'qligini tekshirish uchun, (nurlanish manbaining nazoratlanaetgan BYUKRQ dagi yo'nalishiga bog'liq holda) BYUKRQ old yoki tepa tomonida nurlanishning to'g'ri manbai tushish sohasining radiatsiyaviy himoya yuzasi skanerdan o'tkaziladi. Dozimetrning Xarakterlanish tezligi sekundiga 5 sm dan oshmasligi kerak. So'ngra 25 sm dan oshmaydigan pog'onalarda nurlanish to'g'ri manbaining tuShuvchi chizigi joylashgan nuqtalar bo'ylab, shuningdek (nuqtalar mavjud bo'lganda) skanerlash paytida mahalliy maksimumlar qayd qilingan joylarda ham ambiyent ekvivalent dozalar quvvati o'lchanadi. O'lchovlar 15% dan ko'p bo'lmagan statistik xato bilan amalga oshiriladi. Nazoratiy obyekt immitatori o'rnatiladi, BYUKRQ yokiladi va barcha mumkin bo'lgan yuzalarda himoya nuqsonlar bor yo'qligi skanerlanadi. BYUKRQning barcha yuzalarida, shu jumladan rentgen naychalarining maksimal ish parametrlarida va dozimetrning Xarakter tezligi sekundiga 5 sm dan oshmagan holatdagi pardalarda ham dozimetr yordamida skanerlash amalga oshiriladi. Agar skanerlash jarayonida tegishli nuqtalarda mahalliy maksimumlar aniqlansa, ularda ambiyent ekvivalenta dozalar quvvati keyingi o'lchovlar uchun belgilanadi.



2 – Rasm. BYUKRQda mumkin bo'lgan yuzalarni skanerlanishi

BYUKRQning barcha tashqi yuzalarida ambiyent ekvivalent dozalar quvvatini o'lchash amalga oshiriladi. Har bir yuzadagi o'lchov nuqtalari quyidagicha aniqlanadi: har bir yuza 50 sm dan oshmaydigan to'rtburchakli zonalarga bo'linadi; har bir zonadagi turt burchakda va markazda joylashgan nuqtalarni belgilaymiz. Barcha kirish joylarida himoya nuqsonlari bor yo'qligini bilish uchun skanerlanish o'tkaziladi. Skanerlash rentgen naychasining maksimal ish parametrlari va dozimetrlning sekundiga 5 sm dan oshmaydigan Xarakat tezligi ostida BYUKRQning barcha yuzalarida dozimetr yordamida amalga oshiriladi. Bundan tashqari, himoya shkafining eshikgiga yopishadigan chiziqlar bo'ylab skanerlash amalga oshiriladi. Agar skanerlanish paytida mahalliy maksimumlar aniqlansa, tegishli nuqtalar belgilanadi va keyinchalik ulardagi ambiyent ekvivalent doza quvvati o'lchanadi. Himoya shkafining har bir devori uchun ham o'lchash nuqtalari belgilab olinadi, huddi BYUKRQ 1-turida radiatsion nazorat o'tkazilgandagidek. Bundan tashqari, himoya shkaf eshigini yopishgan chizig'i bo'ylab 25 sm dan oshmaydigan qadamda qo'shimcha nuqtalar va skanerlanishda topilgan mahalliy maksimumlardagi nuqtalar belgilab olinadi (3-rasm) Tanlangan barcha nuqtalarda rentgen naychasining anod kuchlanishining va anod to'kining maksimal ishchi qiymatlarida ambiyent ekvivalent dozalar quvvati (ambiyent dozalar quvvati) o'lchanadi.

3-Rasm. Himoya shkafining eshikgiga yopishtirilgan chiziq yo'nalishi bo'ylab o'lchangan nuqtalar ko'rinishi



Olingan o'lchov natijalari SanPiN 2.6.1.2369-08 qiymatlariga binoan, BYUKRQning 1- va 2- turining tashqi sirtlaridan 10 sm masofada rentgen nurlanish doza quvvati 2,5 mkZv/s teng.

Agar o'lchangan qiymatning yig'indisi va har bir o'lchash nuqtasi uchun ambiyent ekvivalent dozalar quvvatini o'lchashdagi xatolik 2,5 mkZv/s dan oshmasa (fon qiymatini xisoblamaganda), BYUKRQning radiatsiyaviy himoyasi radiatsion xavfsizligi talablariga javob beradi. Agar BYUKRQ yuzasida ambiyent ekvivalent dozalar quvvatining o'lchangan qiymatlari SanPiN 2.6.1.2369-08 talablariga javob bersa (2,5 mkZv/s dan oshmasa), Xodimlarning ish joylarida doza quvvati har doim ruhsat etilgan darajalarga to'g'ri keladi. BYUKRQda ishlaydigan xodimlarning ish joylarida ambiyent ekvivalent dozalar quvvatining o'lchash bo'yicha 4 balandlikda olingan o'lchov natijalarining maksimal qiymati sifatida ishlatiladigan, berilgan qiymatning maksimali aniqlanadi. Agar BYUKRQ yuzasidan 2 m dan kam masofada A yoki B guruh xodimlariga qarashli bo'lmagan doimiy ish joyi bo'lsa, va bu guruh xodimlariga tegishli bo'lmagan ishchining doimiy ish joyidagi 4 o'lchov nuqtaning har biri uchun o'lchangan ambiyent ekvivalent doza quvvati 0,5 mkZv/s dan oshmasa (fon qiymatini hisobga olmaganda), u holda BYUKRQning ish sharoitlaridagi radiatsiya xavfsizlik talablariga javob beradi.

### **Nazorat savollari:**

1. Ambiyent ekvivalent dozalarini quvvatini o'lchash uchun mo'ljallangan rentgen nurlarining energiya oraligi nechki keV ni tashkil etadi?

2. Rentgen nurlanishining ambiyent ekvivalent dozalarining quvvatini o'lchash balandliklari nechi sm ga teng?
3. Qurilmaninig radiatsion himoyasida nuqson bor yo'qligi qanday o'lchanadi?
4. Qurilmadagi nurlanish dozasini o'lchaydigan dozimetning Xarakatlanish tezligi sekundiga nechi sm dan oshmasligi kerak?
5. Xodimning doimiy ish joyidagi 4 o'lchov nuqtadagi ambiyent ekvivalent doza quvvati qiymati nechi mkZv/soatga teng?

## V. GLOSSARIY

<b>Atama</b>	<b>ta'rif</b>
--------------	---------------

<b>Rentgen nurlari</b>	– zaryadlangan zarralar yoki fotonlarning muhitni tashkil etuvchi atomlari bilan o‘zaro ta’sirlashishlari natijasida vujudga keluvchi elektromagnit nurlanish, bo‘lib katta tezlikdagi elektronlarning moddada tormozlanishi natijasida paydo bo‘ladi. Rentgen nurlari amalda rentgen trubkasi yordamida hosil qilinadi.
<b>Rentgenologiya</b>	- ( <u>rentgen</u> va logiya) — tibbiyot sohasiga tegishli termin bo‘lib; a‘zolar va sistemalar tuzilishi hamda funksiyalarini tekshirishda, kasalliklar rentgenodiagnostikasida rentgen nurlaridan foydalanish masalalarini o‘rganadi.
<b>Rentgenodiagnostika</b>	(rentgen va diagnostika) - rentgenologik tekshiruvga asoslanib, kasalliklarni aniqlash.
<b>Rentgen nurining ionizatsiyalanishi</b>	Rentgen nurlari havoni ionlashtiradi. Ular havo va gazlardan o‘tganda neytral molekulalarni parchalab, musbat va manfiy ionlar hosil qiladi.
<b>Rentgen kabineti</b>	kasalxona va poliklinikalarda bemorni tekshirish uchun rentgen apparatlari bilan jihozlangan maxsus xona.
<b>Rentgen nurlarining manbai</b>	bu elektr to‘ki va rentgen apparatdir.
<b>Kenotron</b>	(yun. kenos — bo‘sh va elektron) - asosan, sanoat chastotali o‘zgaruvchan to‘kni to‘g‘irlash (o‘zgarmas to‘kka aylantirish) uchun mo‘ljallangan elektr-vakuimli qurilma (diod, lampa). Past va yuqori voltli turlari bor.
<b>Transformator</b>	(lot. transformo — o‘zgartiraman) - texnikada energiya yoki obyektlarning biron bir muhim xossasi



	(massa, to'k kuchi, kuchlanish va boshqalar) ni o'zgartirish uchun mo'ljallangan qurilma.
<b>Generator</b>	(lot. generator - ishlab chiqaruvchi) — tashqi energiya manbai hisobiga elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi yoki energiyani bir turdan ikkinchi turga o'zgartiruvchi qurilma; apparat yoki mashina.
<b>Rentgen naychasi</b>	rentgen nurlarini olish uchun qo'llaniladigan elektrovakuumdir
<b>Katod</b>	Katod (yun. kathodos - pastga yo'nalish, qaytish) deganidir. 1) to'k manbaining manfiy qutbiga ulanadigan elektr va radiotexnika asboblari, elektro'litli vanna va b. qurilmalarning elektrodi. Katodni 1834 yilda ingliz fizigi M. Faradey taklif qilgan. Tashqi ta'sir natijasida katoddan elektronlarning chiqishiga qarab, uning termoelektron, sovuq, fotoelektron turlari farqlanadi; 2) to'k manbai — galvanik elementlar yoki akkumulyatorning manfiy qutbi; 3) elektrvakuum asboblari va gaz razryadli lampalarda elektronlar manbai
<b>Anod</b>	(yun. anodos – ko'tarmoq, ana - yuqoriga va hok – yo'l Xarakat) – 1) elektr to'ki manbaining musbat elektrodi, mis, galvanik element yoki elektr akkumulyatorning musbat qutbi; 2) elektr to'kining musbat qutbiga tutashtirilgan elektron asbob (ion asbobi) elektrodi; 3) elektro'litik vannaning musbat qutbi (qarang Elektro'liz); 4) elektr yoyining musbat elektrodi. Qo'llanish

	sohasiga qarab, materiali sifatida metallar (tantal, molibden, nikel, mis, temir, volfram va boshqalar) hamda grafit ishlatiladi.
<b>Elektron emissiya</b>	qattiq jism yoki suyuqlikning elektr maydonida qizdirish, elektromagnit nurlanish, elektronlar oqimi va boshqalar tashqi omillar ta'siri natijasida ulardan elektronlar chiqarishiga aytiladi.
<b>Ionizatsiya</b>	bu elektronni moleqo'ladan, yoki gaz atomlaridan ajratish jarayonidir.
<b>Difraksion panjara</b>	optik asbob; noshaffof ekranga qilingan ko'p sonli parallel tirqishlar yoki o'zaro bir xil masofada joylashgan ko'zqusimon yo'llar (shtrixlar) majmui; ularda yorug'lik difraksiyasi hodisasi sodir bo'ladi. Difraksion panjara o'ziga tushayotgan yorug'lik nurlarini spektrlarga ajratadi.
<b>Kinetik energiya</b>	mexanik sistemada qaralayotgan moddiy nuqtaning Xarakatini o'lchaydigan, massasi va tezligining moduliga bog'liq bo'lgan skalyar funksiya.
<b>Foton</b>	(qadimgi yunoncha: φωτόν – «yorug'lik») elementar zarracha bo'lib, elektromagnit nurlanish (Hususan, yorug'lik) kvantidir. Bu massasiz zarracha faqat yorug'lik tezligida Xarakat qilibgina mavjud bo'la oladi. Fotonning elektr zaryadi nolga teng.
<b>Nazoratiy introskopik uskuna</b>	yo'lovchilar, kuzatuvchisiz va kuzatuvli yuklar tarkibini, kichik, o'rta va katta o'lchamdagi konteynerlarni ochmasdan, rentgenoskopik, rentgenografik gammaskanerlash usuli yordamida vizual tekshiruv nazoratida foydalaniladigan uskunadir.

<b>Bojxona nazorati texnik vositalari</b>	bojxona xodimlari tomonidan davlat chegarasi orqali olib kirilishi yoki olib chiqilishi taqiqlangan, deklaratsiyaga to'g'ri kelmaydigan barcha turdagi obyektlarni aniqlash uchun foydalaniladigan maxsus texnik vositalar to'plamidir.
<b>Radiatsion nazoratiy texnik vositalar</b>	transportda tashilayotgan radioaktiv va bo'linadigan materiallarni, xavfli chiqindilarni aniqlashda, loqalizatsiyalash davrida ularning miqdoriy va sifatliy xususiyatlarini o'lchash uchun mo'ljallangan.
<b>Tekshiruvning texnik vositalari</b>	yuklarda, xalqaro pochta jo'natmalarda va transport vositalarida taqiqlangan obyektlarni nazorat qilishda foydalaniladigan vosita, bo'lib metall detektorlardan iborat - qora va rangli metallardan yasalgan narsalarni aniqlaydigan elektron qurilmalardir.
<b>Rentgen skaneri</b>	rentgen nurlarining qaytib tarqalish effektidan foydalanadigan xavfsizlik skaneridir.
<b>ionlashtiruvchi nurlanish</b>	radioaktiv parchalanishda, yadroviy yemirilishlarda, moddadagi zaryadlangan zarralar Xarakatining sekinlashuvida hosil bo'ladigan hamda muhit bilan o'zaro ta'sir etish chog'ida har xil qutbli ionlarni hosil qiladigan nurlanish;
<b>ionlashtiruvchi nurlanish manbai</b>	o'zidan ionlashtiruvchi nurlanish chiqaruvchi yoki chiqarishga qodir bo'lgan qurilma va (yoki) radioaktiv modda;
<b>kuzatuv zonasi</b>	radiatsiyaviy monitoring o'tkaziladigan sanitariya-muhofaza zonasidan tashqaridagi hudud;

<b>radiatsiyaviy xavfsizlik</b>	fuqarolar va atrof muhitning ionlashtiruvchi nurlanishning zararli ta'siridan muhofazalanganlik holati;
<b>zivert (Zv)</b>	Radiatsiyaviy nurlanish dozasi inson sog'ligi uchun xavlidir, uning o'lchov birligi. Radiatsiyaviy nurlanishni miqdorini o'lchaganda ko'pincha millizivert (mZv) va mikrozivert (mkZv) dozalari o'lchovlari qo'llaniladi. Bir mZv - bu Zivert birlikning mingdan bir qismidir, mkZv – esa milliondan bir qismi.
<b>Nurlanish dozasining quvvati</b>	vaqt birligiga to'g'ri keladigan dozani ko'rsatadigan fizik kattalik. O'lchov birligi 1 soat ichidagi Zivertdir (Zv/soat).
<b>Fotoyadro reaksiyalar, yadro fotoeffekti</b>	atom yadrosining $u$ kvantlarni yutishi natijasida protonlar $r$ , neytronlar $n$ yoki murakkabroq zarralar (deytronlar, $\alpha$ zarralar va h.k.) chiqarishi

## VI. FOYDALANGAN ADABIYOTLAR

### I. Maxsus adabiyotlar

1. Nerozin N.A., Pishko A.P., Shapovalov V.V. Raschetnie issledovaniya prostranstvennogo raspredeleniya moshnosti pogloshennoy dozi v opuxoli i oqrujayushie ee tkanyax dlya razlichnix mikroistochnikov // Issledovaniya i praktika v meditsine. 2015. T. 2, № 4. S. 41–49. DOI: 10.17709/2409–2231–2015–2-4-41-49.
2. Sukerman V.A., Tarasova L.V., Lobov S.I. Novie istochniki rentgenovskix luchey // UFN. T. 103, вып. 2. 4. <http://phys-portal.ru/physics/r.htm>.
3. Pirogov A.V. [i dr.]. Energodisprsiionnaya rentgenovskaya spektroskopiya: elektronnoe uchebno-metodicheskoe posobie / pod redaksiey D.A. Pavlova. Nijniy Novgorod: Nijgorodskiy gosuniversitet, 2014. 73 s.
4. Alekseev S.V., Taubin M.L., Yaskolko A.A. Nanoqompoziti v rentgenovskoy texnike. Moskva : Texnosfera, 2014. 208 c.
5. Andrianov V.A. [i dr.]. Rentgenovskie i neytronnie istochniki na osnove piroelektrikov. INTERMATIC-2015. CH. 1.
6. Podimskiy A.A. Moshnie rentgenovskie trubki dlya proekcionnoy rentgenografii: dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata texnicheskix nauk. Sankt-Peterburg, 2016.
7. GOST 20337-74 Sb. GOSTov. Moskva : IPK Izdatelstvo standartov, 2005.
8. GOST 8490-77 Moskva : Izdatelstvo standartov, 1984.
9. GOST 22091.0-84 GOST 22091.15-84 Kontro'l nerazrushayushiy. Pribori rentgenovskie. Metodi izmereniya: Sb. GOSTov. Moskva: IPK Izdatelstvo standartov, 2005.
10. GOST R 52125-2003 Moskva : IPK Izdatelstvo standartov, 2004.
11. Moskalyov V.A., Chaxlov V.L. Betatroni. Tomsk : Izdatelstvo TPU, 2009.
12. Artyukov I.A., Vinogradov A.V., Feshenko R.M. Tomsonovskiy lazerno-elektronniy generator: rentgenovskiy kanal i vozmojnie primeneniya // Fizicheskie osnovi priborostroeniya. 2016. T. 5. № 3(20).
13. <http://inp.bsu.by/research/PXR.htm>.
14. Patent RU2548005C2 .Plazmenniy istochnik pronikayushego izlucheniya.
15. Patent RU2342810C1 .Plazmenniy istochnik pronikayushego izlucheniya.

16. Djo'zhev N.A., Demin G.D., Gryazneva T.A., Kireev V.Yu., Novikov D.V. Investigation of the Concept of a Miniature X-ray Source Based on Nanoscale Vacuum Field-emission Triode Controlled by Cut-off Grid Voltage. 978-1-5386-4340-2/18/31.00 © 2018 IEEE.

17. Nikitin N.E., Sheshin E.P. Fizicheskie osnovy emissionnoy elektroniki. Dolgoprudniy : ID .Intellekt., 2018.

18. Gets A.V. Dinamika vzaimodeystviya van-der-vaalsovix atomarnix klasterov s polem sverxkorotkix lazernix impulsov Spetsialnost 01.04.21 – lazernaya fizika Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni k.f.-m.n. Dolgoprudniy, 2010.

19. Issac, Riju Wirthig, J. Brunyetti, E. Vieux, Gregory Ersfeld, Bernhard Jamison, Steven Jones, D. Bingham, Robert Clark, D. Jaroszynski Dino. (2003). Bright source of K. And continuum X rays by heating Kr clusters using a femtosecond laser. Laser and Particle Beams. 21. 10.1017/S0263034603214099.

20. Ternov I.M. Sinxrotronnoe izluchenie // Uspexi fizicheskix nauk. 1995. T. 165, № 4.

21. Vinogradov A.V., Dyachkov N.V., Polunina A.V., Popov N.L., Shvedunov V.I. Lazerno-elektronnie generatori – istochniki uzkopolosnogo rentgenovskogo izlucheniya dlya maloinvazivnoy koronarnoy angiografii // Kvantovaya elektronika. 2018. T. 48, № 6.

22. Salimov R.A. Мощные ускорители электронов для промышленного применения // Uspexi fizicheskix nauk. 2000. T. 170, № 2.

## **II. Internet saytlar**

1. <http://edu.o'z> – O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi

2. <http://lex.o'z> – O‘zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma‘lumotlari milliy bazasi

3. <http://bimm.o'z> – Oliy ta‘lim tizimi pedagog va rahbar kadrlarini qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirishni tashkil etish bosh ilmiy-metodik markazi

4. <http://ziyonet.o'z> – Ta‘lim portali Ziyonet

5. <http://natlib.o'z> – Alisher Navoiy nomidagi O‘zbekiston Milliy kutubxonasi