

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАЎБАР КАДРЛАРИНИ
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРИНИГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ
ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ – МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРИНИГ
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**



**“БИОТИББИЁТ МУҲАНДИСЛИГИ”
йўналиши**

**“РЕНТГЕН ТЕХНИКАСИ ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ”
модулибуйича**

ЎҚУВ УСЛУБИЙ МАЖМУА

Тошкент – 2021

Мазкур ўқув-услугий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг
2020 йил 7 декабрдаги 648 сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув дастур
асосида тайёрланди

Тузувчи: ТДТУ, “Биотиббиётмуҳандислиги”
кафедраси доценти Элмуротова Д.Б.

Такризчи: ТДТУ, “Биотиббиётмуҳандислиги”
кафедраси доценти Ш. Ибрагимов

Ўқув-услугий мажмуа Тошкент давлат техника университети
Кенгашининг 2020 йил 18 декабрдаги 4 сонли йиғилишида кўриб чиқилиб,
фойдаланишга тавсия этилди.

МУНДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР	4
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ	11
III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР	15
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ	75
V. ГЛОССАРИЙ	113
VI. ФОЙДАЛАНГАН АДАБИЁТЛАР	119

I. ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда тасдиқланган “Таълим тўғрисида”ги Қонуни, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февраль “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сон, 2019 йил 27 август “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сон, 2019 йил 8 октябрь “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сонли Фармонлари ҳамда Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрь “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарорида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касб маҳорати ҳамда инновацион компетентлигини ривожлантириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади.

Ушбу дастурда тингловчиларни рентген техника ва технологиялари, рентген найчаларининг класификацияси, хафвсизлигини, рентген қурилмаларининг ишлаш принципларини хақида маълумот батавсил берилган ва бу қурилмалардан тиббиётда ва божхона ишларида қўлланилиш жараёнидаги муаммолар баён этилган.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

Рентген техникаси ва технологиялари модулининг мақсади ва вазифалари:

Модулининг мақсади:

Замонавий рентген найчалари ва улар асосидаги қурилмаларнинг асосий вазифалари, уларни ишлаш тамойиллари, характеристикалари ва фойдаланиш

имкониятларини ҳамда тиббиёт ва божхона соҳасида рентген қурилмаларининг аҳамиятини ўрниш ва тадбиқ қилиш жараенини ўрганиш.

Модулининг вазифалари:

- рентген нурлари физикасининг умумий асослари, улардан фан ва техникада фойдаланиш усуллари
- рентгенологиянинг ривожланиши ва рентгенологик хизматни уюштириш жараёнлари
- рентген найчаларининг яратилиш тарихи ва уларнинг замонавий кўриниши
- божхона назоратида рентген текширув ускуналарини кулланилиши
- божхона назоратида рентген текшируви ускунасидан фойдаланишдаги муаммолар ечимини топиш.

Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар

“Рентген техникаси ва технологияси” модулини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

Тингловчи:

- биотиббиёт муҳандислигида рентген техникаси ва технологияси йуналиши бўйича долзарб муаммоларини;
- рентген нурларининг табиий ва сунъий манбаларини;
- найчалари ва тиббиётда рентген техникаси ва технологиясини асосий тамойилларини; ва воситаларини
- найчалари ва тиббиётда рентген техникаси ва технологиясини асосий воситаларини;
- божхонада назорат рентген текширув қурилмаларининг ишлаш жараёнларининг асосий хусусиятларини **билиши керак.**

Тингловчи:

- рентген техникаси ва технологиясидаги долзарб муоммоларни муҳокама қилиш;

- тиббиётда рентген нурлари ва улар асосида ишлайдиган қурилмаларнинг ишлаш жараёнларини баҳолаш;

- Божхона чегараларидан олиб утилатган ва олиб кириладиган қўл юки, катта ва кичик улчамли юкларни рентген текширувидан ўқиб чиқиш жараёнида қўлланиладиган қурилмаларнинг ишлаш принципларидан фойдаланиш **қўникмаларига эга бўлиши лозим.**

Тингловчи:

- даволаш рентген техника жараёнини моделлаштириш;

- тиббиётда рентген техникаси, воситалари ва қурилмаларидан фойдаланиш;

- тиббиётда ва божхона соҳасида рентген технологик жараёнларини лойиҳалаш **малакаларига эга бўлиши зарур.**

Тингловчи:

- рентгенологиянинг ривожланиши ва рентгенологик хизматни уюштириш;

- божхона текширувидаги техник воситалар орқали божхона хизматчилари томонидан давлат чегараси орқали олиб кириладиган, олиб чиқиладиган ёки декларацияга тўғри келмайдиган тақиқланган барча турдаги объектларни аниқлаш бўйича **компетенцияларга эга бўлиши керак.**

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар.

“Рентген техникаси ва технологияси” модули маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Модулни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникатсия технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- Маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;

- Ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик

гурухлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, ва бошқа интерактив таълим усуллари кўллаш назарда тутилади.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Рентген техникаси ва технологияси” модули ўқув режадаги “Юқори технологияли тиббиёт техникаси ва тизимлари” ва “Тиббиёт машиналари ва жиҳозлари” модуллари билан узвий бўлиқ.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар рентгенологик хизматни ташкил этиш ва текшириш усуллари, рентгендиагностика аппаратларнинг ишлаш принципи, рентген найчалари ва уларнинг ишлаш принциплари, божхона назоратида рентген текширув ускуналарини қўлланилиши, божхона соҳасида қўлланиладиган рентген қурилмаларининг радиацион назорати амалда қўллаш ва баҳолашга доир касбий компетентликка эга бўладилар.

Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юклармаси, соат			
		Жами	Назай	Амалий машғуллот	Кўчма машғуллот
1.	Рентгенологик хизматни ташкил этиш ва текшириш усуллари	8	2	2	4
2.	Рентгендиагностика аппаратларнинг ишлаш принципи	4	2	2	
3.	Рентген найчалари ва уларнинг ишлаш принциплари	4	2	2	
4.	Божхона назоратида рентген текширув ускуналарини қўлланилиши	6	2	4	
5.	Божхона соҳасида қўлланиладиган рентген қурилмаларининг радиацион назорати	4	2	2	
	Жами:	26	10	12	4

Назарий машғулотлар мазмуни.

1-мавзу: Рентгенологик хизматни ташкил этиш ва текшириш усуллари.

В.К. Рентгеннинг хаёти ва ижоди, рентген нурининг кашф этилиш тарихи. Жахоннинг биринчи физиги В.К. Рентгенга буюк кашфиёти учун 1901 йилда Нобель мукофоти берилиши. Рассом Н.И. Альтман лойиҳаси буйича дунёда биринчи бўлиб рентгенология, радиология ва рак институтининг олдига Рентген хайкал қўйилиши. Рентгеннинг шогирдлари профессор М.И. Неменов, академик А. Ф. Иоффе ҳақида. Рентген нурларининг хусусиятлари. Рентгенологиянинг ривожланиши ва рентгенологик хизматни уюштириш. Рентген кабинет тузилиши ва жойлаштирилиши. Рентген нурларини олиш манбалари.

2-мавзу: Рентген диагностика аппаратларнинг ишлаш принципи.

Рентгендиагностика аппаратлар группаси ва синфлари рентген трубкаси электр схемасининг таъминланишига қараб рентгендиагностика аппаратлари турли-хил группаларга бўлиниши. СЭС, жумҳурият, вилоят ва шаҳар (марказда) даволаш профилактика муассасалари раҳбарлари назоратида рентгендиагностика кабинетини ташкил қилиниши ва унинг фаолияти. Рентген кабинетни нур тарқатувчи манбалардан сақлаш қоидалари. Рентгендиагностика аппаратининг бошқариш пульти босқичлари.

3-мавзу: Рентген найчалари ва уларнинг ишлаш принциплари.

1897 йилда Вилгелм Конрад Рентген томонидан рентген нурларини кашф қилиниши. Кулиж Вилиам Девиднинг рентген найчасини ишлаш принципи. Рентген нурларининг физик қонуниятлари. Электромагнит тўлқин. Спектрометрик тадқиқотлар рентген найчалардаги генерацияланадиган нурни мураккаб спектри. Тормозли рентген нурлари.

4-мавзу: Божхона назоратида рентген текширув ускуналарини қўлланилиши.

Ўзбекистон чегара божхона постлари. Божхонадаги рентген аппаратлари. Божхона текширувидаги техник воситалар орқали божхона хизматчилари томонидан давлат чегараси орқали олиб кириладиган, олиб чикиладиган ёки декларацияга тўғри келмайдиган тақиқланган барча турдаги объектларни аниқлаш учун фойдаланиладиган махсус техник воситалар. Рентген нурланиш манбалари. Рентген технологиясининг таснифи. Рентген сканерлари билан танишиш.

5-мавзу: Божхона соҳасида қўлланиладиган рентген қурилмаларининг радиацион назорати.

Божхона чегараларидан аэропорт, автоулов ва темир йул орқали олиб кириладиган ва олиб чиқариладиган қўл юклари. Кичик ва катта ўлчамли юкларни назорат қилиш жараёнида фойдаланиладиган рентген қурилмаларининг радиацион назорати. Багаж, кичик ва катта ўлчамга эга бўлган юklar текшируви учун мўлжалланган рентген қурилмаларининг турлари.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-амалий машғулот: Рентген нурларининг тиббиётда қўлланилиши.

Рентген найчаларини яратилиш тарихи, бармоқ ва суяклар тасвирини фотокадрда ҳосил бўлишини кузатилиши. 1970- йилларда КТ-сканерлар – рентген ва компьютер томографларининг пайдо бўлиши, рентген нурларини одам танасидаги салбий таъсирлари. Рентген найчаси электрон-нур найчасининг бир тури эканлигини таҳлил қилиш.

2-амалий машғулот: Кенотрон, рентген трубкасининг ишлаш принципи

Кенотрон ҳавосиз (вакуум) шиша колба бўлиб, ичида, яъни икки томонида электрод жойлашган булиб, бири - катод, иккинчиси - анодир. Рентген трубка электр вакуум бўлиб, унда юқори кучланишли катод нурлари рентген нурларига айланади. Бунинг учун катод нурлари (электронлар) га

катта тезлик берилади, сунгра улар анод юзига урилиши учун кескин равишда тухтатилади. Катод нурларининг ўрилиши пайтида уларнинг кинетик энергиялари иссиқлик энергияси ва рентген нурларига айланишини ўрганиш.

3- амалий машғулот: Рентген тажрибалари ва уларнинг долзарблиги.

Рентген нурунинг асосий хусусиятлари, рентген музейидаги рентген найчаси, америкалик тадқиқотчи Кулиж Вилиам Девиднинг найчасининг тузилиш рентген найчасини тузилишини ўрганиш.

4- амалий машғулот: Божхона назоратида рентген текшируви ускунасидан фойдаланишдаги муаммолар.

Божхона назоратида рентген текшируви ускуналаридан фойдаланиш таҳлили. Рентгенологик текширув - бу йуловчиларни ва уларнинг юкларини текширишнинг энг объектив, ишончли ва тезкор усули. Харакатланувчи рентгенотелевизион ПРТУ 4026 қурилмаси HI-SCAN 130100 рентгенотелевизион қурилма ускуналардан трейлердан иборат булиб, багаж ва юкларни рентгенотелевизион назоратини утказиш имконини бериши. Божхона соҳасида божхона назорати пайтида рентген текшируви ускуналаридан фойдаланиш муаммолари ва самарадорлигини ошириш бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш.

5- амалий машғулот: Текшируви учун мулжалланган рентген қурилмаларининг ташки юза сиртда амбиент эквивалент дозалар кувватини улчаш усуллари.

Назорат объект имитаторларини жойлаштириш, яъни манба нурланишига жойлаштириб, харакатланишини четлаштириш. Багаж, кичик ва каттаулчамга эга булган юклар текшируви учун мулжалланган рентген қурилмаларининг мумкин булган сиртини сканерланиш жараенини кузатиш. Химоя шкафига епиштирилган эшиклар чизигининг йуналиши буйлаб улчанган нукталар оркали радиацион мониторинг утказиш.

ТАЪЛИМНИ ТАШКИЛ ЭТИШ ШАКЛЛАРИ

Таълимни ташкил этиш шакллари аниқ ўқув материали мазмуни устида ишлаётганда ўқитувчини тингловчилар билан ўзаро ҳаракатини тартиблаштиришни, йўлга қўйишни, тизимга келтиришни назарда тутди.

Модулни ўқитиш жараёнида қуйидаги таълимнинг ташкил этиш шаклларидан фойдаланилади:

- маъруза;
- амалий машғулот;
- кўчма машғулот.

Ўқув ишини ташкил этишусулига кўра:

- жамоавий;
- гуруҳли (кичик гуруҳларда, жуфтликда);
- якка тартибда.

Жамоавий ишлаш – Бунда ўқитувчи гуруҳларнинг билиш фаолиятига раҳбарлик қилиб, ўқув мақсадига эришиш учун ўзи белгилайдиган дидактик ва тарбиявий вазифаларга эришиш учун хилма-хил методлардан фойдаланади.

Гуруҳларда ишлаш – бу ўқув топшириғини ҳамкорликда бажариш учун ташкил этилган, ўқув жараёнида кичик гуруҳларда ишлашда (3 тадан – 7 тагача иштирокчи) фаол рол ўйнайдиган иштирокчиларга қаратилган таълимни ташкил этиш шаклидир. Ўқитиш методига кўра гуруҳни кичик гуруҳларга, жуфтликларга ва гуруҳлар ора шаклга бўлиш мумкин.

Бир турдаги гуруҳли иш ўқув гуруҳлари учун бир турдаги топширик бажаришни назарда тутди.

Табақалашган гуруҳли иш гуруҳларда турли топшириқларни бажаришни назарда тутди.

Якка тартибдаги шаклда – ҳар бир таълим олувчига алоҳида – алоҳида мустақил вазифалар берилади, вазифанинг бажарилиши назорат қилинади.

“Елпиғич” методи

Бу методи мураккаб, кўптармоқли, мумкин қадар, муаммо характеридаги мавзуларни ўрганишга қаратилган.

Методининг моҳияти шундан иборатки, бунда мавзунинг турли тармоқлари бўйича бир йўла ахборот берилади. Айти пайтда, уларнинг ҳар бири алоҳида нуқталардан муҳокама этилади. Масалан, ижобий ва салбий томонлари, афзаллик, фазилат ва камчиликлари, фойда ва зарарлари белгиланади.

Бу интерфаол методи танқидий, таҳлилий, аниқ мантиқий фикрлашни муваффақиятли ривожлантиришга ҳамда ўз ғоялари, фикрларини ёзма ва оғзаки шаклда ихчам баён этиш, химоя қилишга имконият яратади.

“Елпиғич” методи умумий мавзунинг айрим тармоқларини муҳокама қилувчи кичик гуруҳларнинг, ҳар бир қатнашувчининг, гуруҳнинг фаол ишлашига қаратилган.

“Елпиғич” методи умумий мавзунинг ўрганишнинг турли босқичларда қўлланиши мумкин.

-бошида: ўз билимларини эркин фаолаштириш;

-мавзунинг ўрганиш жараёнида: унинг асосларини чуқур фаҳмлаш ва англаб етиш;

-яқунлаш босқичида: олинган билимларни тартибга солиш.

“Елпиғич” методининг афзалиги:

- ✓ кичик гуруҳларда ишлаш маҳорати ошади;
- ✓ муаммолар, вазиятларни турли нуқтаи назардан муҳокама қилиш маҳорати шаклланади;
- ✓ муросали қарорларни топа олиши;
- ✓ ўзгалар фикрини ҳурмат қилиш;
- ✓ хушмуомалалик;

- ✓ ишга ижодий ёндашиш;
- ✓ фаоллик;

“Елпиғич” методининг камчилиги:

- ✓ таълим олувчиларда юқори мотивация талаб этилади;
- ✓ кўп вақт талаб этилиши;
- ✓ шавқун сирон бўлиши;
- ✓ баҳолаш қийинчилик тўғдириши.

Афзалликлари	Камчиликлари
Хулоса:	

III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

1-мавзу: Рентгенологик хизматни ташкил этиш ва текшириш усуллари.

Режа:

1. В.К. Рентгеннинг ҳаёти ва ижоди, рентген нурунинг кашф этилиш тарихи
2. Рентген нурларининг хусусиятлари
3. Рентгенологиянинг ривожланиши ва рентгенологик хизматни уюштириш

Таянч сузлар: X-нурлар, Гитторф-Крукс трубкаси, рентгеноскопия, пленка, ионизация, манба, рентген кабинет

1. В.К. Рентгеннинг ҳаёти ва ижоди, рентген нурунинг кашф этилиш тарихи:

Улуг немис олими Вильгельм Конрад Рентгеннинг ҳаёти туғрисида маълумот кам. Унинг илмий ишлари шахсий хатлари васиятига қўра йўқ қилинган. Замондошлари ва шогирдлари В.К. Рентгенни камтар, хаддан ташқари инсофли ва меҳнатсевар, лекин одамови, баджаҳл, кам мулоқотли, принципиал инсон сифатида эслайдилар.

В.К. Рентген 1845 йил 27 мартда Германиянинг Голландия чегарасига яқин шаҳарчаси Леннепда туғилган. Унинг отаси Фридрих Конрад Рентген кичик фабриканинг эгаси ва кичикрок савдогар бўлган. Онаси - Шарлотта Констанца Голландиянинг бой ва маданиятли оиласидан бўлган. В.К. Рентген болалик даврининг кўп қисмини Голландияда ўтказган. У ерда машиналар ва асбоблар яратиш билан шуғулланган. У табиатни, ов қилишни ва отда юришни яхши кўрган.

В.К. Рентген ўрта маълумот ололмаган, чунки у бир ўртоғининг қилмишлари учун гимназиядан хайдалган. Етуклик аттестати олиш учун имтихон топширишга ўриниб кўрган, лекин топшира олмаган. 1865 йилнинг бағорида В.К. Рентген оиласи Швейцарияга кучади ва

онасининг қистови билан етуклик аттестатисиз Цюрихдаги политехника институтига киради. Студентлик даврида кичик студентлар учун хизмат қиладиган ресторан хужайинининг қизи Берта Людвигни севиб қолиб машғулотларга қатнашмай қуяди ва институтдан хайдалишга келиб қолади. Лекин бўлгуси кайлигининг ақллилиги туфайли В.К. Рентген астойдил ўқишга киришади.

1868 йили 24 ёшида институтни ботириб машинасозлик инженера дипломини олгач, бир йилдан сунг докторлик даражасини олиш учун диссертация ёклайди, шундан кейингина Бертага унаштирилади.

Студентлик даврида В.К. Рентген олим Августа Кундтнинг экспериментал физика лабораториясида ишлайди, кейинчалик ва физика кафедрасида ассистент вазифасида фаолият олиб боради. Рентген юнон ва латин тилларини мукаммал билади. 1872 йилда Кундт кафедра профессори уз урнига 27 ёшли Рентгенни таклиф қилинади. Аммо Вюрцбург университетининг академиклик бунга қаршилиқ вилишади, натижада Рентген профессорликка сайланмайди, профессор Кундт эса уз лавозимидан кечади ва Рентген билан бирга Вюрцбургдан Страсбургдаги университетга бориб жойлашади.



1875 йилда Рентген Штутгартдан пастдаги Гогенгейм кишлок хужалик академиясига профессорлик лавозимига таклиф қилинади. Бир оз вақтдан сунг у Гиссенга кучади, у ерда жуда хам машхур физик-тажрибакор унвонига эга бўлиб, кўплаб илмий ишлар нашр эттиради.

1888 йилда 43 ёшида кафедра мудир лавозимида таклиф этилади ва физика лабораториясининг калити хам унга топширилади. Бу ерда у ўзининг илмий-тадқиқотлари билан бутун дунёга машхур бўлади. Кўп ўтмай у Вюрцбургдаги физика институтига директор қилиб тайинланади ва бу ерда «сирли» нурни кашф этади.

Катод нурлари устидаги тажрибаларига Рентген пухта тайёрланган. У ҳеч қандай ёруғлик ва катод нурини ўтказмайдиган шлоф тайёрлайди, унинг ичига Гитторф-Крукс трубкасини жойлайди. 1895 йил 8 ноябрь окшомида Рентген катод нури устида тажриба утказди. Коронгу шароитда ишлаганида ҳар гал катод нурини улаганида у барий платиноцианид билан қопланган картоннинг ёришини кашф этади. Бундай ходиса уни жуда қизиқтиради. Номалум ходисадан хайратда қолган Рентген лабораториядан ташқарига чиқмай, вақт-вақти билан овқат келтириб туришни хотинидан илтимос қилади. Лабораторияга йиғма қаравот қўйиб, етти ҳафта ҳеч қаерга чиқмайди. Биринчи навбатда сирли «Х» нурини топиб эллигинчи куни у лабораториядан чиқади. Бир неча бор ўтказилган тажрибалар Рентгенда трубка электр токига уланганда катод ва ёруғлик нурларидан ташқари яна бир номалум нур сочади, у эса трубканинг ойнасидан, ёруғлик ўтказмайдиган гилофдан ва қалин қаватли ҳаводан ўтиш хусусиятига эга эканлигига ишонч ҳосил қилади.

Рентген электрга уланган трубка билан экран орасига қалин китоб қўйганида, экраннинг ёришиб туришини кўради. У номалум нурнинг ичкарига чуқур кириб бориш хусусиятини аниқлайди. Бундан кейин ўтказган тажрибаларида номалум нурнинг металлдан ишланган юка пластинкадан бемалол ўтиши ва қалин пластинкадан ўтолмаслигини аниқлайди. Турли металлдан ишланган бир хил қалинликдаги пластинкалар номалум нурни узидан ҳар хил ўтказиш ва ушлаб қолиш хусусиятига эга эканлиги маълум бўлади. Сунгра фотопластинканинг ёруғлик сезгир қаватига нурнинг фотохимёвий таъсири борлигини топади. Бу ходисани назарга олиб у Крукс трубкаси тагига экран урнига ёғочдан тайёрланган кассета ичида жойлашган фотопластинкани қўяди ва булар орасига узининг кўл панжасини киргизади. Фотопластинкага ишлов берганида кул панжасининг суяклари яққол тасвирланганини куради, бу эса нур тери, мускуллар ва ёғочдан ичкарига ўтиш

хусусиятига эгаллигини яна бир бор тасдиқлайди.

Рентген нури кашф этилишидан 10 йил олдин рус физиги А. Каминский шунга ухшаш нур топган ва сурат олган эди. Бу нурни у фотохимёвий нур деб атаган, лекин уни вақтида маълум қилмаган.

Рентген ўтказган тажрибаларида номаълум «X» нурунинг кучи квадрат масофада камайишини, модда ёки предметдан ўтиши, экранни ёритишини, фотохимёвий ва бошқа хусусиятини, унинг тарқалишини ва магнит майдонида қийшаймаслигини аниқлади.

Кўп тадқиқотлардан сунг у ўзининг текшириш натижалари туғрилигига ва аниқлигига ишонч ҳосил қилгач, уларни тушунтириш тезиси қилиб «Янги хил нур» деб атаб баён қилади.

Рентген бир неча кун ичида дунёнинг машхур физик олимларига тезисни тарқатади, 1895 йил 28 декабрда «Вюрцбург физика- медицина жамиятининг ахборотлари»да баён этади.

1896 йил 23 январда Рентген Вюрцбург табиётшунослар ва врачлар жамиятининг кенгашида биринчи марта ўзи кашф этган нур туғрисида очик-ойдин фикр баён қилади. Раислик вазифасини бажарувчи машхур анатом Келликер хаммани хайратда қолдирадиган бу антика «X» нурни Рентген нури деб аташни таклиф қилади ва бу таклиф қабул қилинади. Шу кундан бошлаб АКШ ва бир қанча давлатлардан ташқари бутун дунёда рентген нури деб атала бошлайди.

Камтарин профессор В. К. Рентгеннинг номи бир неча кун ичида бутун дунёга маълум бўлади, немис халқи унинг улуғ кашфиётини тантана билан нишонлайди.

Рентгеннинг «Янги хил нур» номли рисоласи қисқа вақт ичида бир неча марта чоп этилади ва инглиз, француз, рус ва бошқа тилларга таржима қилинади. «X» нури қисқа муддатда хар томонлама ўрганилиб техника, тиббиёт ва бошқа соғаларда кенг қўллана бошлайди.

1896 йилда Беккерел табиий радиоактивликни кашф этишида Рентген кашфиёти асосий омил бўлди.

Рентгеннинг шогирди академик А.И. Иоффе ўзининг хотираларида шундай ёзади. «Рентген нурлари атомнинг сиртки каватини тешиб ўтди, унинг ичкарасига кирди, кейинчалик табиатнинг тараққиёти билан бу нурлар атом энергиясининг топилишига шароит яратди». Рентген кашфиётидан кейин 1897-1898 йилларда катод нурининг келиб чиқиши чуқур ўрганилди ва бу Э. Резерфорд ҳамда Н. Борга атом назариясини яратиш ва моделини тузишга имкон берди.

Рентген катод трубкиси ўрнига ишлатила бошланган рентген трубкиси учун берилган патент ҳақидан воз кечиб, менинг кашфиётим бутун инсониятники ва унга хизмат қилиши керак, дейди.

Жахоннинг биринчи физиги В.К. Рентгенга буюк кашфиёти учун 1901 йилда Нобель мукофоти берилади. Бутун дунёдан у 100 дан ортиқ мукофот ва фахрий унвонлар олади, булар орасида Санкт- Петербург рус врачлар жамияти, Смоленск, Одесса ва Новороссийск университетлари ҳам булган.

Рентген 1914-1918 йиллардаги урушнинг оғир машаққатларини бошидан кечирди. У камтарин, камсукум ва соддадил инсон сифатида турли илмий жамиятлардан олган ҳамма олтинлар ва олтин медалларни давлат хазинасига топширади. Шунинг учун умрининг охириги йилларида жуда мухтожликда яшаган.

1919 йилда Рентген кафедрадан кетади. Шу йили унинг хотини вафот этади, уларнинг фарзанди бўлмагани учун Рентген ёлғиз қолади ва 1923 йил 10 февралда Мюнхен шаҳрида йуғон ичак ракидан 78 ёшида вафот этади, 13 февралда жасади куйдирилиб, дафн этилади. Рентгеннинг васиятига кўра унинг хоки солинган кўрача Гиссанга кучирилади ва Рентгенлар оилавий мазорига, хотинининг кабри ёнига кўмилади.

Хукумат буюк олимга чуқур хурмат ва эхтиром билдириб, у хаётлигидаёқ рассом Н.И. Альтман лойиҳаси буйича дунёда биринчи бўлиб рентгенология, радиология ва рак (у вақтда шундай аталган)

институтининг олдига хайкал қўйган.

Рентген вафотининг 5 йиллиги муносабати билан 1928 йил 17 февралда шу жойга хайкалтарош В.А. Синайский ишлаган бронза бюст тантанали равишда ўрнатилди. Бу тантанада Рентгеннинг шогирдлари профессор М.И. Неменов, академик А. Ф. Иоффе, маориф халқ комиссари А.В. Луначарский иштирок этади. Петербургдаги институт жойлашган Лицей кучасига В.К. Рентген номи берилди. Рентгенология фани ҳам Рентген номи билан боғлиқ.

2. Рентген нурларининг хусусиятлари

Рентген нурларининг кашф этилиши физика, кимё, айниқса тиббиёт фанининг ривожланишида катта имконият яратди. Рентген нурларининг асосий хусусиятлари: кириш, сингиш ва таркалиш, баъзи моддаларни ёритиш (люминесценция), фотохимёвий, ион ҳосил қилиш ва биологик таъсир курсатиди.

Рентген нурлари туғри чизикдек тарқалади, тезлиги ёруғлик нурига тенг, заряди йўқ бўлиб, квант нурлари каторига киради. Гамма-нури билан бир хил таъсир кўрсатади. У кўзга кўринмайди, хиди йўқ, рангсиз бўлиб, одамнинг баданидан ўтганда, киши ҳеч нарса сезмайди. Нурларнинг ичга кириш хусусияти уларнинг тўлқин узунлигига боғлиқ, агар уларда «каттик» нурлар кўп бўлса, ичга кириш «юмшок» нурларга нисбатан кўпроқ бўлади. Юқори кучланишли электр токини тартибга солиш йули билан нурларнинг ичга кириш хусусияти сифати ва микдорини ўзгартириш мумкин. Нурларнинг ичга кириш тезлиги одамнинг бадани, турли нарсалар ва моддалардан ўтаётганда ўзгаради. Бу уларнинг калинлиги, каттиклиги, солиштирма оғирлиги ва кимёвий тузилишига боғлиқ. Жисм қанча қалин ва атом оғирлиги қанча кўп бўлса, у шунча кўп нурни сингдиради ва узидан ҳар томонга таратади. Масалан, барий сульфат ва курғошин унча кўп нур ўтказмайди, шунинг учун калинлиги 1 мм бўлган курғошин рентген нурларидан сақланишда тусиқ

сифатида ишлатилади. Аксинча, газ ва хаво рентген нурларини сингдирмай ва ушлаб қолмай, хаммасини ўтказиб юборади.

Рентген нурлари модданинг ичига кирганда уни иккинчи даражали рентген нурларини чиқарадиган манбага айлантиради, узи эса хамма томонга тарқалиб кетади, бунда олдинга таралиш, орқага нисбатан купроқ бўлади.

Рентген нурлари билан ёритилган экранда кўриниш ва пленкада коронги соя пайдо бўлиши нурларнинг ичга кириш хусусиятларига, уларнинг сингиши турли моддалар, жисмлар, нарсалар ва туқималардан ўтишига боғлиқ. Ана шу хусусиятларга қараб экран ёки пленкада соя ёки ёруғлик турли даражада ифодаланади.

Рентген нурларини суяқ туқимаси хаммадан кўп, мускул, тоғай ва ёг туқимаси камроқ, томир ва нервлар жуда кам сингдиради, упка туқимаси эса деярли сингдирмайди. Шунинг учун органларни экранда кўрганда, экран турлича ёритилади. Нурлар упкадан утганда экранни жуда хам ёруғ қилади, юрак ва йирик томирлар олдида экран ёруғлиги камаяди, қовургалар ва умуртқа суяги олдида экран коронғи бўлади. Шунинг учун кўкрак кафаси экранда турли соялар пайдо қилади (табий контраст шароит), бу эса органларнинг соғлом ёки касаллигини аниқлашга имкон беради. Буларнинг хаммаси рентгенологик текшириш усуллари яратилишига асос булди.

Рентген нурлари қадмий сульфат, рух сульфат, кальций вольфрамат каби моддаларда сингиб, уларни шуълаланиш хусусиятига эга қилади (люминесценция), буни коронғида кўриш мумкин. Шуълаланадиган моддалар люминафорлар деб аталади. Бу ходиса ёруғланувчи (флюоресценцияланувчи) экран тузишга имкон берди. Эcran эса рентген нурлари таъсирида сарик-яшил рангда ёруғланади. Бундан ташқари, сурат олишда ишлатиладиган кучайтирувчи экран хам яратилди, у бинафша-кўк рангда ёруғланади.

Эcranнинг ёруғланиши, равшанлиги рентген нурларининг

«каттиклигига» ва экран ёруғлик сезувчи қаватининг таркибига кирадиган моддаларга боғлиқ. Эcran қанча равшан ёришса, деталларни шунча яхши ажратиш мумкин бўлади. Ана шу асосда экранда кўриш (рентгеноскопия) усули пайдо бўлган.

Рентген нурларининг фотохимёвий хусусияти, унинг фотоматериаллар (пленка, қоғоз) нинг ёруғлик сезувчи қаватига таъсир қилишига асосланган, натижада улар тасвири ёритилганда қорайиш пайдо бўлади. Еруглик сезувчи қават таркиби желатина ва кумуш галоидидан иборат. Кумуш галоиди - кумуш билан бром ёки хлорнинг кимёвий бирикмасидир. Булардан кумуш билан бром бирикмаси хар хил нурлар ва ёруглик энергиясига жуда хам сезгир.

Объект суратини, олишда (рентгенография) рентген нурлари ундан утганда озгина сингади ва яна озгинаси пленкага етиб боради. Тасвирни ёритувчи эритмада пленкага ишлов берилганда эритма фотоматериалнинг эмульсия қаватига киради, унда кумуш бромид микрокристаллари билан кимёвий реакцияга киришади. Натижада нурланган кумуш бромид парчаланиб, тоза металл кумуши пайдо булади. Шундай қилиб, тасвирни ёритувчи эритма таъсирида даставвал яширин ҳолатда булган микрокристаллар ифодаси тикланади. Тасвир ёритилгандан сунг пленканинг эмульсия қаватида 20-25 % тикланмаган кумуш бромид булади, у қотириш жараёнида эриб, фото тасвир қаватидан чиқариб ташланади ва натрий тиосульфат эритмаси тагига кумуш метали сифатида чуқади. Бу хусусият асосида рентген нурлари билан сурат олиш (рентгенография) пайдо булган.

Ионизация хусусияти. Рентген нурлари хавони ионлаштиради. Улар хаво ва газлардан утганда нейтрал молекулаларни парчалаб, мусбат ва манфий ионлар ҳосил қилади. Шунинг учун рентген аппарат ишлаганда рентген кабинетининг хавоси ионланган булади. Табиий ва сунъий радиоактив нурлар ионлаштириш хусусиятига эгадир. Шунинг учун рентген ва радиоактив нурлар ионизация қилувчи нурлар

деб аталади.

Нурларнинг ҳамма турлари, манба (асос) каерда булишидан катъи назар, гавда тукумаларига текканда ва ичига кирганда, уларга сингиб, узгариш хосил килади. Бу узгариш асосида биринчи галда физикага оид жараён булиб, нурларнинг модда билан узаро тукнашиши натижасида ионлашган ва нотинчланган молекулалар хосил булади.

Моддалар ва тирик тукумаларнинг ионланиш самараси асосан нурларнинг уларда сингичии ва турига боглик. Рентген нурлари маддаларни уз-узидан ионлаштирмайди, сингиш ва хар томонга нур таралиш натижасида иккиламчи электрон хосил килади, у эса нур сингдирган органни ионлаштиради. Шунинг учун рентген нурлари иккиламчи ионлаштириш хусусиятига эга.

Рентген нурларининг биологик таъсири Рентгенга етарли маълум булмаган. Лекин у катод трубкасини электр токига улаганда кургошин пластинкаси билан копланган металлдан ишланган шкафнинг оркасига беркинган, бу эса уни нур таъсиридан саклаган.

1896 йилда рус физиологи И.Р. Тарханов биринчи булиб рентген нурларининг биологик таъсир ини урганди. Кейинчалик куп врачлар, инженерлар ва рентген лаборантлар нобуд булавериши натижасида рентген нурларининг биологик таъсири борлиги янада ойдинлашди. чунки улар уз тажрибаларида рентген нурларининг таъсирини сездилар ва хар куни иш вактида мунтазам равишда кул териси нурланишини бошларидан утказдилар. Кул териси рентген нури билан шикастланганда кафт оркаси куриб, рангдор доглар пайдо булади, хар бир одамнинг кул панжаларидаги узига хос жуяклар силликлашади, тирнок куриб, сина бошлайди ва терида сугал пайдо булади. Шикастланган терига кейинчалик огрийдиган «нурли яра» чикиб, тери ракига айланади. Нурланиш ва касбга алокадор тери раки касаллигидан С.В. Гольберг, С.П. Григорьев, Н.Н. Исаченко, Я.М. Розенблат ва бошка врачлар, рентген лаборант И.И. Ланцевич ва бошкалар, чет давлатдан Альберс-

Шенберг, Леви-Дорн (Германия), Гольцкнехт (Австрия), Бергонь (Франция) ва бошкалар вафот этдилар.

Рентген нурларининг биологик таъсир кучи ва характери ёруглик берувчи нурларнинг биологик таъсир кучидан кескин фарк килади ва ундан анча кучлидир.

Рентген нурлари хужайралар, тукималар, органлар ва умуман тирик организмда узгаришлар келтириб чиқариш хусусиятига эга. Бу узгаришлар рентген нурлари энергиясининг биологик объектда сингиши ва ионланиш ҳосил булиши муносабати билан у ерда ионлашган ва нотинчланган молекулалар пайдо булишидан келиб чиқади. Бу кимёвий актив молекулалар узаро ҳамда тирик моддалар атоми билан реакцияга киришиб, натижада ёглар, ферментлар, нуклеопротеидлар ва нуклеин кислоталарда кимёвий боғламни узиб, кимёвий актив радикаллар ҳосил килади. Бу жараёнда сувнинг дастлабки ионланиши (хужайра суюқлиги) катта аҳамиятга эга. Сув молекулаларининг диссоциацияси натижасида «Н» ва «ОН» радикаллар пайдо булиб, улар тукималарда катта кимёвий актив пероксид бирикмалар ҳосил булишига олиб келади. Бу бирикмалар сувда эриган моддалар молекулалари билан узаро таъсирланиб, радиацион-кимёвий реакцияни ҳосил килади, натижада оксиллар парчаланиб, аминокислота ва гистаминга ухшаш бирикмалар пайдо булади, улар танага захарли таъсир курсатади. Бу жараёнлар хужайрада ва хужайрааро моддаларда мураккаб физик-кимёвий узгаришлар вужудга келтиради.

Рентген нурларининг биологик фаолиятида нерв, эндокрин, гормонал системалар ва умуман организмнинг иммунобиологик аҳоли жуда муҳим роль уйнайди.

Рентген нурлари таъсирининг охирида тукималарда дистрофик узгаришлар ривожланади, тирик тукималар нобуд булади, улар функциясини йўқотади.

Рентген нурларининг биологик таъсири нурланган организмда

морфологик узгариш келтириб чикаради ва органлар функциясининг бузилишига олиб келади, уерда кайтмас ёки кайтар жараён руй беради. Бундан шундай хулоса келиб чиқадики, одам ва хайвонлар организмидаги хамма хужайра ва тукумалар нурларга таъсирчандир. Морфологик узгаришлар ва функционал бузилишлар даражаси нурлар тури ва микдори хамда нурланган тукумалар хажмига боғлиқ. Маълумки, одамни бир марта 0,026 Кл/кг дан (системадан ташқари 100 Р) купрок нурлантирилса, унда уткир нурланиш касаллиги бошланади. Агар белгиланган микдордан купрок (ПДД) нур билан узок вақт давомида такрор нурлантирилса, сурункали нурланиш касаллиги пайдо булиши мумкин.

Одам ва хайвон тукумалари хамда органлари рентген нурлари таъсирини қар хил сезади. Лимфа тукумаси, кора талок, кумик, ичак шиллик пардаси, тухумдон, мояк ва бошқалар жуда тез; тери, усаётган суяк, томирлар системаси, куз марказий ва периферии нерв системаси, упка, жигар, буйрак уртача; мускул, тогай, суяк ва бошқалар кам сезади. Рак хужайралари соғлом хужайраларга Караганда купрок нурланади. Шунинг учун усмаларни даволашда рентген нурларидан фойдаланилади. Шундай қилиб, медицинада рентген нурлари касалликларни аниқлашда (рентгендиагностика) ва даволашда (рентгенотерапия) қулланилади.

1.3. Рентгенологиянинг ривожланиши ва рентгенологик хизматни уюштириш

Рентген нурлари кашф этилиши билан Россияда у кенг қулланила бошлаган. 1896 йилдан Н.Г. Егоров, И.И. Боргман, В.Н. Тонков, П.Н. Лебедев каби олимлар рентген нурларининг хусусиятини кунт билан ургана бошладилар.

1896 йил 13 февралда В. Н. Тонков скелетни рентген нурлари билан текширишда олган ижобий натижалари тугрисида ахборот берди. Уша йилнинг март ойида проф. Н.В. Склифасовский рентген нурларини

ишлата бошлаган. Унинг курсатмаси буйича проф. Н.Г. Егоров рахбарлигида харбий медицина академиясининг физика лабораториясида рентген лаборант Н.Н. Георгиевский синган билак суягини рентген нурлари билан Россияда биринчи булиб суратга олган. Тез орада кул кафтига кириб колган нинани рентген нурлари ёрдамида олиб ташлаш операцияси утказилди.

Проф. А. С. Попов кунт билан рентген нурларини урганади ва уз кули билан Кронштадтдаги харбий денгиз госпитали учун Россияда биринчи рентген курилмасини яратади. Касалларни текширишда шахсан узи катнашади. Доцент И.Ф. Котович 1897 йилда ватан рентгенологиясининг ютукларига багишланган рисола чоп килади. Тез орада И.Р. Тарханов рентген нурлари одам организмига таъсир килганида нерв системасида руй берадиган реакцияга багишланган ажойиб текширишлар натижаларини баён килади. 1903 йилда Е.С. Лондон, В.С. Жуковский, М.Н. Гольдберглар рентген нурларининг нерв системасига таъсири тугрисидаги фикрларини эълон килишди. Н.Н. Черкасов кучайтирувчи экран яратиб, медицина ретгенологиясининг тараккиётига катта хисса кушди. Йирик рус хирурги Н.А. Вельяминов харакатдаги фронтда рентген нурларини ишлатиш фикри билан чикди. Рус-япон урушида Харбинга якин ерлардаги фронтда рентген нурлари ишлатилган. Цусимада яраланган матросларга ёрдам бериш учун «Аврора» харбий кемаси врачлари В.С. Кравченко биринчи булиб рентген нурларини ишлатган, у «Олег» ва «Жемчуг» крейсерларининг яраланган матросларига хам ёрдам берган.

Чор Россиясида техника колоклиги сабабли медицина рентгенологияси секин ривожланган. Биринчи жахон уруши арафасида Чор Россиясида атиги 142 рентген кабинети булган, у хам хусусий мулк эгалари кулида булиб, учдан бир кисми Петербургда жойлашган эди. Биринчи жахон урушида (1914-1918) медицина илмий жамияти томонидан бир нечта кучма-рентген курилмаси тузилиб, уларда суяк системаси текширилган,

шу йул билан куп ярадор аскарларга ёрдам берилган. Совет хокимияти йилларида ватанимизда рентгенология хизмат муваффақиятли ривожланиб борди. Гражданлар урушининг огир шароитига, вайроналикка, очарчиликка ва кашшокликка карамай 1918 йилда проф. М.И. Неменовнинг ташаббуси, маориф халк комиссари А.В. Луначарскийнинг актив ёрдами билан Петроградда ватанимизда биринчи рентгенология, радиология ва рак касаллиги институти ташкил этилди. Кейинчалик бундай институтлар Москва, Киев, Харьков, Ростов-Дон, Свердловский, Воронежда, Улуг ватан урушидан кейин деярли хамма иттифоқдош жумхуриятларнинг марказларида очилди.

Ватанимизда рентгенология фанининг ривожланишига машхур олимлар А.В. Айзенштейн, Л.Л. Гольст, С.П. Григорьев, Л.Я. Дилон, Г.А. Зедгенидзе, М.И. Неменов, А.Е. Прозоров, С.А. Рейнберг, И.Р. Решитило, Я.М. Розенблат, А.Д. Рибинский, И.Л. Татер, И.Р. Тарханов, В.А. Фанаржян, А.А. Цейтлин, И.Г. Щлифер ва б.к. катта хисса қушди. Совет ҳукуматида шаҳар ва қишлоқларда барчага баробар рентгенология хизмати курсатила бошлади. Ватанимизда хамма тиббиёт олий билимгохлари ва врачлар малакасини ошириш билимгохларида рентгенология ва тиббиёт радиологияси кафедралари бор. Барча тиббиёт илмий тадқиқот билимгохларида. ва соғлиқни сақлаш органларига қарашли даволаш-профилактика муассасалари- да рентген кабинетлар мавжуд. Шаҳар ва қишлоқлардаги рентген диагностика кабинетлари замонавий аппаратлар билан жиҳозланган. Хозир ватанимизда ишлаб чиқариладиган «РУМ-20» рентгендиагностика аппарати икки иш столига эга. Германияда ишлаб чиқариладиган «ТУР-1001» ва «ТУР-Д-1500» маркали аппарат рентгенологик тасвирни қучайтирувчи (УРИ) мослама ва телевизор приёмниги билан жиҳозланган булиб, 2-4 иш столига эга; Венгрияда ишлаб чиқариладиган «ЕДР-750», «Диагномакс-125» ва «Неодиатномакс-125» маркали аппаратларда рентгенологик тасвирни қучайтирувчи мослама ва телевизор приёмниги бор. Чехия-Словакияда

ишлаб чиқариладиган «Хиродур-125» ва «Дуролюкс» маркали аппаратлар 2-3 иш столига эга.

Мамлакатимизда техника тараққиёти туфайли текшириш натижалари тугрисида қўл ахборот олиш мумкин бўлган, ишончли рентгенологик тасвир олинадиган, бемор ҳамда рентген кабинети.

Совет рентгенологиясининг ҳозирги замой натижалари машҳур олимлар Ю. И. Аркусский, Л. Я. Диллон, В. В. Зодиев, В. А. Дьяченко, М. А. Иваницкая, С. Л. Копельман, Е. М. Каган, Е. Л. Кевеш, И. Г. Лагунова, Л. Д. Линденбратен, В. С. Майкова — Строганова, Д. Г. Рохлин, И. Х. Рабкин, Л. С. Розенштраух, Ю. Н. Соколов, А. Я. Питель, И. А. Шехтер ва б. к. номи билан боғлиқ.

С. И. Слоним ва М. М. Медзиевич Ўзбекистон рентгенологиясининг биринчи пионерлари бўлишган. Совет рентгенологиясининг ривожланишига жумхуриятимизнинг рентгенолог олимлари: проф Ж. М. Абдурасулов, А. А. Ажимуллаев, С. А. Молчанов (ТошМИда рентгенология кафедрасининг асосчиси), СССР МФА мухбир аъзоси Ж. Н. Махсумов, проф. А. Р. Мансуров, Ш. М. Мирганиев, Т. М. Мирзаев, Н. К. Муродхужаев, Л. Б. Наумов, доцентлардан Б. Н. Калмиков, М. Н. Кочергина, К- Е. Никишин ва бошқалар қатта ҳисса қўшибди. Жумхуриятимизда биринчи томографии яратган рентген-техник Н. П. Гажиевский алоҳида дурматга сазовордир.

Рентгенологиянинг тараққиёти туфайли рентгеноosteология, рентгенопульмонология, рентгеноангиокардиология, рентгеногастроэнтерология, рентгеноурология, рентгеностоматология содалари вужудга келди.

Ҳозир тиббиётда рентгенология усулларида фойдаланмайдиган соҳа йўқ. Бу усуллар қўл асосий уринни эгаллайди. Улар беморларни клиник текшириш ва адолининг соғлом контингентини профилактик текширишдан утказишда, айниқса диспансеризация қилишда етакчи усул ҳисобланади.

Рентген кабинети — касалхона ва поликлиникаларда беморни текшириш учун рентген аппаратлари билан жихозланган махсус хона.

Рентген нурларини олиш учун манба — электр токи ва рентген аппарата керак. Ишлатиладиган электр токи ўзгарувчан булиб, унинг кучланиши 127, 220 ёки 380 В. Хозирги рентгендиагностика аппаратлари юкоридаги кучланишнинг хохлаганига уланиши мумкин.

Тиббиёт рентгендиагностика аппаратлари тузилиши ва ишлатилишига караб экран оркали курадиган (рентгеноскопия), суратини оладиган (рентгенография) ва махрус ишланган - сийдик йулини текширадиган (урологик), юрак-томирни текширадиган (ангиокардиологик), тиш билан жагни текширадиган (стоматологик) ва бошца аппаратларга булинади.

Рентгендиагностика аппаратлари бир жойга урнатилган (стационар) ва кучма булади. Уларни кисмларга булиб, автомашинада бир жойдан иккинчи жойга олиб бориш ёки темир йул вагонларига урнатиш мумкин.

Назорат саволлари:

1. Рентген номаълум X-нурнинг кандай хусусиятларини аниқлайди?
2. Рентген тажрибалари асосида топилган номаълум «X» нурнинг кандай асосий хусусиятлари бор?
3. Медицинада рентгендиагностика ва рентгенотерапия нима максадда кулланилади?
4. Рентген кабинетга кандай хоналар киради?
5. Рентген нури олиш учун кандай манбалар керак?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Нерозин Н.А., Пышко А.П., Шаповалов В.В. Расчетные исследования пространственного распределения мощности поглощенной дозы в опухоли и окружающие ее тканях 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. Цукерман 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. Пирогов А.В. [и др.]. Энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия: электронное учебно-методическое пособие / под редакцией Д.А. Павлова. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. 73 с.

4. Алексеев С.В., Таубин М.Л., Ясколко А.А. Нанокompозиты в рентгеновской технике. Москва : Техносфера, 2014. 208 с.

5. Андрианов В.А. [и др.]. Рентгеновские и нейтронные источники на основе пироэлектриков. INTERMATIC-2015. Ч. 1.

6. Подымский А.А. Мощные рентгеновские трубки для проекционной рентгенографии: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Санкт-Петербург, 2016.

7. ГОСТ 20337-74 Сб. ГОСТов. Москва : ИПК Издательство стандартов, 2005.

8. ГОСТ 8490-77 Москва : Издательство стандартов, 2004.

9. ГОСТ 22091.0-84 ГОСТ 22091.15-84 Контроль неразрушающий. Приборы рентгеновские. Методы измерения: Сб. ГОСТов. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2005.

10. ГОСТ Р 52125-2003 Москва : ИПК Издательство стандартов, 2004.

11. Москалёв В.А., Чахлов В.Л. Бетатроны. Томск : Издательство ТПУ, 2009.

12. Артюков И.А., Виноградов А.В., Фещенко Р.М. Томсоновский лазерно-электронный генератор: рентгеновский канал и возможные применения // Физические основы приборостроения. 2016.

2 мавзу: Рентгендиагностика аппаратларнинг ишлаш принципи

Режа:

1. Рентгендиагностика аппаратлар группаси ва синфлари
2. Рентгендиагностика кабинетини ташкил қилиш ва унинг фаолияти
3. Рентген кабинетни нур таркатувчи манбалардан саклаш коидалари
4. Рентгендиагностика аппаратнинг бошқариш пульти босқичлари

Таянч сузлар: кенотрон, трансформатор, электрон-оптик узгартиргич (ЭОП), генератор, рентген кабинет

2.1. Рентгендиагностика аппаратлар группаси ва синфлари

Рентген трубкаси электр схемасининг таъминланишига қараб рентгендиагностика аппаратлари қўйидаги группаларга бўлинади:

Кенотрони йўқ аппаратлар, уларнинг рентген трубкаси бевосита бош трансформаторга уланган булади ва ўзгарувчан токнинг ярим тўлқинидан фойдаланилади. Бу аппаратларга кам қувватли, кўчма, юқори кучланиш и 100 кВ токка эга бўлган аппаратлар: палатада ишлатиладиган кўчма «Арман-1» «12-11- 5 (СССР). «ТУР-ДЕ-16» «ТУР-ДЕ-18» (Германия) ва тиш суратини оладиган «5-Д-1» ва 5-Д-2» аппаратлари киради.

Бир ёки икки кенотронли, ўзгарувчан токнинг ярим тўлқинида ишлайдиган, 6 кВт ток кучига ва юқори кучланиши 100 кВ токка эга аппаратлар.

Электр токининг уч фазасида ишлайдиган турт ва олти кенотронли, катта кучли стационар аппаратлар. Булар 10 кВт ток кучига эга булиб, юқори кучланиши 140 кВ ва ундан купрок.

Ҳозирги вақтда куп даволаш-профилактика муассасалари ва уларнинг рентген кабинетлари ватанимиз хамда чет элда ишлаб чиқариладиган замонавий стационар рентгендиагностика аппаратлари

билан жихозланмоқда. Уларнинг электр токи билан таъминлаш системасидаги кенотрон селен ярим ўтказгичли асбоб билан алмаштирилган. Таъминлаш системасининг тузилиши ва штатив конструкциясига кўра рентгендиагностика аппаратлари олий, биринчи, иккинчи ва учинчи синфга бўлинади.

Олий синфдаги рентгендиагностика аппаратлари уч фазали ун икки ярим ўтказгич туғрилагувчиси билан таъминланган, улар электр токининг максимал юқори кучланишини 150 кВ, анод токини эса 1000 дан 2000 мА гача етказди. Уларнинг УРИ (рентген тасвирни кучайтирувчи) системаси қўйидаги тартибда ишлайди: нур тарқатувчи - ЭОП - телевизор трубкаси - монитор.

Бу синфга: а) «Сименс» фирмаси (Германия) ишлаб чиқарадиган рентгендиагностика қурилмаси, унинг штативи «Сереграф», «Орбископ» ва таъминлаш системасининг тузилиши «Гигантос - Е», «Гарантикс» ва бошқалар;

б) «Женерал-электрик» фирмаси (АКШ) ишлаб чиқарадиган «Телевикс-2» рентгендиагностика қурилмаси; в) «ТУР-Д-1500» (Германия) рентгендиагностика қурилмаси киради.

Биринчи синфга кирадиган рентгендиагностика аппаратлари уч фазали олти ярим ўтказгич тузилишига эга бўлиб, максимал юқори кучланиши 125-150 кВ, анод токини эса 600 дан 800 мА гача етказди. Улар олий даражада автоматлашган универсал штатив, УРИ, телевизор приёмниги, кино ва флюорограф камераси билан таъминланган.

Биринчи синфга: а) «РУМ-20» ва «Рентген 50» (СССР); б) «ТУР-Д-701» ва «ТУР-Д-1001» (Германия); в) «Дуролюкс» (Ч-СР); г) «ЕДР-750» (ВХР) аппаратлари киради.

Иккинчи синфга бир фазали таъминланувчи қурилма билан иккига ярим ўтказгичли туғрилагувчи схемаси бўлган рентгендиагностика аппаратлари киради. Уларнинг юқори кучланиши 125-150 кВ, анод токини эса 400 дан 500 мА гача етказди. Бу аппаратлар

комплектида олий автоматик штатив, УРИ системаси ва телевизор приёмниги бор.

Бу синфга:

- а) «РУМ-10» ва «РУМ-22» (СССР);
- б) «Хиродур-125» ва «Мегамета-125» (Ч-СР);
- в) «Диагномакс-125» ва «Неодиагномакс-125 (ВХР) аппаратлари киради.

Учинчи синфга кам қувватли, кўп тарқалган рентгендиагностика аппаратлари киради. Улар 220 ва 380 В электр тармоқлари учун чиқарилган, битта фазали, иккита ярим утказгичли туғрилаш системасига эга бўлиб, юқори кучланиши 125 кВ, анод токи эса 125-300 мА ни ташкил килади. Аппаратлар штативи оддий. Улар кичик касалхоналар учун мулжалланган.

Бу синфга:

- а) «Рентген-30», «УРД-Д-110» ва «РУМ-5» (СССР);
- б) «ТУР-Д-350» (Германия);
- в) «Дурамета» (Ч-СР) аппаратлари киради.

Рентгендиагностика аппаратлари юқори кучланишли доимий электр энергиясида ишлайди. Юқори кучланишли ўзгарувчан ток кенотрон ёки ярим утказгич (селен пластинкаси) ёрдамида юқори кучланишли доимий токка айлантрилади. Рентген трубкасининг электр системасида 4 ёки 6 кенотрон ёки иккитадан то ун иккитагача ярим уўтказгич ўзгарувчи бўлса, ўзгарувчан токнинг хаммаси доимий токка айланади ва аппарат қувватини оширади. Шунинг учун тиббиётда бундай аппаратлар кенг қўлланилади.

Битта рентген кабинетида улар иккита ёки купроқ штативга эга бўлиб, битта пульт билан бошқарилади. Шунинг учун рентген кабинетини қуришда штатив сонига қараб санитария нормаларини бажариш ва нурланиш хавфсизлигини сақлаш учун бинога, хонанинг сонига қаттиқ талаб қўйилади.

2.2. Рентгениягностика кабинетини ташкил килиш ва унинг фаолияти –

СЭС, жумхурият, вилоят ва шаҳар (марказда) даволаш профилактика муассасалари раҳбарлари назоратида булади. Санитария назорати талаби бўйича рентгениягностика кабинети махсус бинода ёки одам кам жойда ташкил қилиниши мумкин. Бунда нурланиш ҳавфсизлигини сақлаш учун кабинет ҳамма томондан сақланиш воситалари билан ажратилган бўлиши керак.

Замонавий рентгениягностика кабинети 4 хона ва хожатхонадан иборат бўлиши керак: процедура хонаси, бошқариш пульти хонаси, врач хонаси, фотолаборатория.

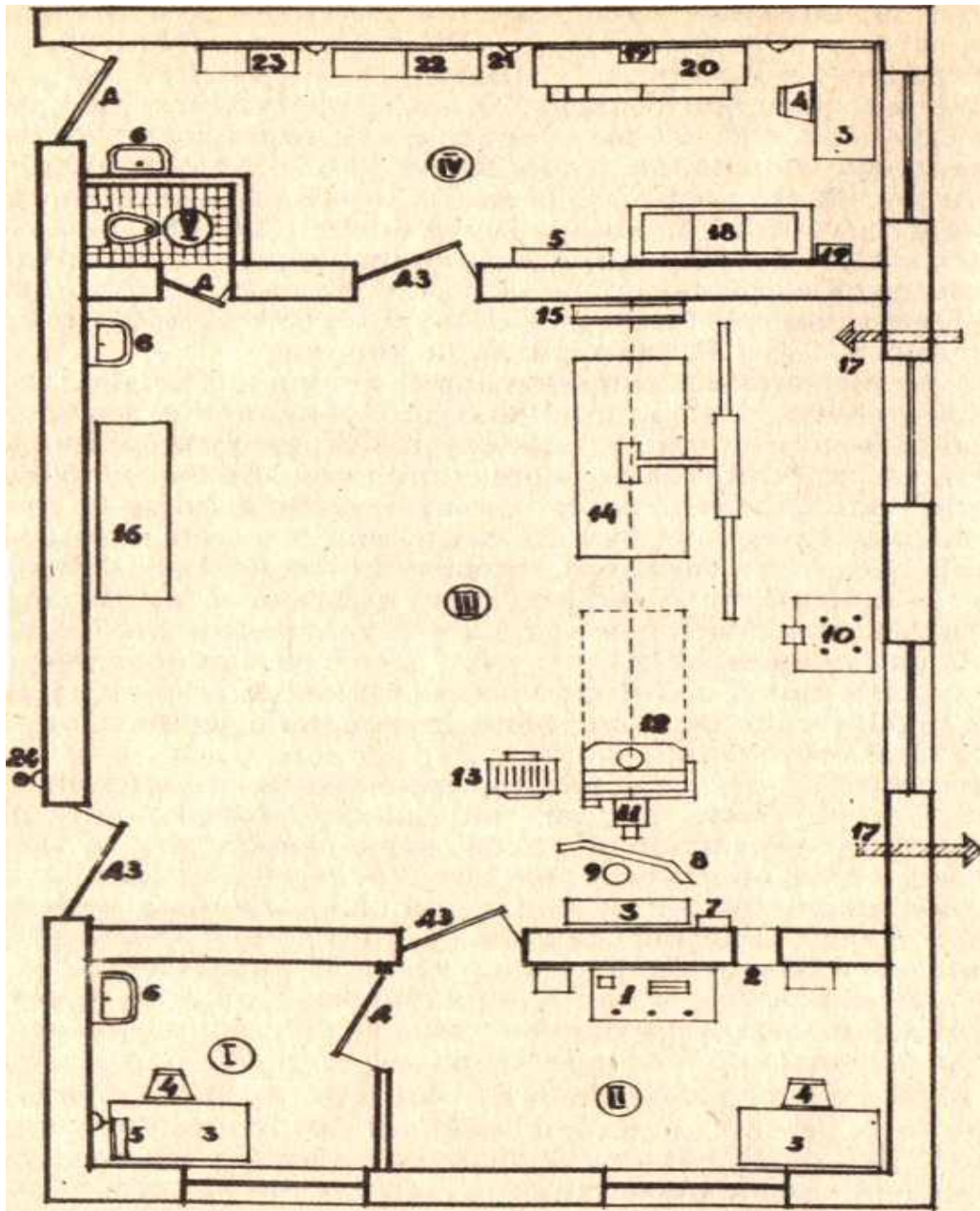
Процедура (муолажа) хонаси катта, унда рентген аппаратининг асосий қисмлари жойлашган бўлиб, бу хонада врач-рентгенолог беморни текширади, рентген-лаборант эса сурат олади.

Процедура хонасининг ҳажми рентген аппарати иш столининг сонига боғлиқ. Битта иш столига эга бўлган рентген аппарати учун хонанинг ҳажми 34 м², иккита иш столи учун 45 м², рентгениягностика аппаратларида УРИ, телевизор приёмниги бўлса, 48 м² бўлиши лозим. Иш столи қанча кўп бўлса, хонанинг ҳажми шунча катта бўлиши керак. Процедура хонасининг эшиги пештокига, полдан 160 см баландликка «Кириш мумкин эмас» деб ёзилган ок ёки қизил фонар таблоси ўрнатилади. У рентген аппарати ишлаганда автоматик ҳолатда ёнади. Рентген кабинети ёки процедура хонаси ёнида беморлар учун хожатхона бўлиши керак, у меъда ва ичакни текширишда (ирригоскопия) жуда зарур.

Бошқариш пулт и хонасида рентген аппаратининг бошқариш пульти қурилмаси жойлашган бўлиб, рентген аппаратининг керакли иш столида ишлашини масофадан бошқаради. Хонанинг ҳажми 6-9 м² бўлиши лозим. Процедура хонаси бошқариш пульти хонаси билан гаплашиш аппарати орқали боғланган бўлиб, улар ўртасидаги деворда

кўргошинланган ойна солинган қарайдиган дарча бўлиши керак, ундан бемор ва ходимларни кузатиш учун фойдаланилади.

В р а ч х о н а с и н и н г хажми 10 м² булиши керак. Бу хонада врач нурланиш билан боғланмаган ишларни бажаради. Ф о т о л а б о р а т о р и я д а сурат олинган плёнкаларга ишлов берилади (тасвирни ёритиш, маҳкамлаб куйиш, оқиб турган сувда ювиш, куриштириш). Хонанинг хажми рентген аппарати иш столининг сонига қараб 9-12 м² булиши керак. Сурат чиқариш лабораторияси билан процедура хонаси орасида тамбур ва қуш қават этик бўлиши лозим. Процедура ва сурат чиқариш хоналари коронгиллаштирилиши керак, табиий ва сунъий йул билан ҳаво алмаштириб турилиши лозим, бунинг учун ҳаво тортувчи ва юборувчи вентилятор ўрнатилади. Бу хоналарда совуқ ва иссиқ сув билан таъминланган кўул ювгич бўлиши керак. Рентген кабинет керакли ҳамма жидозлар (кушетка, ёзув столлари ва стуллар, қизил ва хира фонарлар, неготоскоилар ва бошқалар), ёзув-чизув буюмлари (беморларни ҳисобга олиш ва руйхатдан ўтказиш журнали, ручка, қалам, дафтарлар) ва фотолабораторияга керакли асбоб-анжомлар: плёнкаларга ишлов берадиган на оқар сувда ювадиган танк мосламаси комплект, кассетага плёнка жойлайдиган ва сурат олгандан сунг ундан плёнкани чиқариб олиш столи, ҳар хил катталиқдаги кассеталар ва шундай рентген плёнкалар, қизил фонарлар, неготоскоп, кўргошиндан ишланган номер куйгич, куригич шкаф, барий сульфатни пиширадиган - ва сақлайдиган асбоблар билан таъминланиши керак. Рентген кабинетида ёнғинга қарши асбоблар (ўт учиргич, бел курак, челак ва бошқалар) бўлиши лозим.



2-расм. Рентгендиагностика кабинети схемаси ва рентген аппаратнинг жойлашиши.

I - врач хонаси; II - бошқариш пулти ва хонаси; III - процедура хонаси; IV - лаборатория; V — хожатхона; Д -- эшиклар; ДЗ нурдан сакловчи эшиклар.

1 - бошқариш пулти; 2 - қарайдиган дарча; 3 - иш столлари; 4 - стуллар; 5 — неготоскоплар; 6 - раковиналар; 7 - адаптация фонари; 8 - кичик химоя тусиги; 9 - юмалок айланма стул; 10 - катта вольтли генератор; 11 - электрон-оптик узгартиргич (ЭОП); 12 универсал штатив; 13--телевизор қурилмаси; 14 — сурат оладиган стол; 15 — тик холатда сурат оладиган

устун; 16 — кушетка; 17 - хаво чикариб-тортувчи вентиляторлар; 18 - олингап суратга ишлов берадиган курилма; 19 - сакловчи фонарь; 20 - кассетани пленка билап шядланадиган ва зарядснзлантирадиган стол; 21 - электр тармоги розетки; 22 - металл шкаф; 23 - электр билан плёнками куритувчи; 24 - «кирши мумкин эмас» фонари.

2.3. Рентген кабинетни нур тарқатувчи манбалардан сақлаш қоидалари

Ходимлар ва беморларни нурланишдан сақлаш рентгендиагностика кабинетида аппаратни тартиб билан туғри ўрнатишга, конструктив-техника қоидаларининг бажарилишига, техниканинг туғри ишлашига, нурланишдан сақлайдиган замонавий ва рационал коллектив ҳамда индивидуал ишлатиладиган воситаларга, рентген кабинети ишининг туғри ташкил қилинишига, нур тарқатувчи манбалардан сақланиш қоидаларига туғри риоя қилишга, иш жойларининг тартибли равишда дозиметрии назорат қилинишига ва ходимларни ҳар йили мақсадли тиббий кўриқдан ўтказиб туришга боғлиқ.

Рентген кабинетидан нур тарқалмаслиги учун атрофи тўсиб қўйилади. Бундай тусиқлар қўйидагиларга бўлинади:

а) стационар (мустахам) сақлайдиган тусиқлар (девор, пол, шифт, эшиклар, қарайдиган дарчани сакловчи қоплама, вентиляция ва

б) ностационар сақлайдиган воситалар (кичкина ва катта ширмалар, тубуслар, диафрагма қургошинланган ойна, рентген трубкадан нур чиқадиган жойдаги филтрлар, экран тагидаги фартик).

Ҳар бир рентген кабинетида икки комплект химоя воситалари бўлиши керак. Комплектга қўйидагилар киради: қургошинланган резина қўлқоплар, фартуклар ва юбкалар; уларнинг эквиваленти қургошин пластинкасининг қалинлиги 0,3 - 1 мм га тенг; яроқлилигини аниқлаш учун икки йилда бир марта текширувдан ўтказилади.

Беморни рентгенологик текширувдан ўтказганда радиациядан сақкланиш учун рентгенолог шифокор нур кучини камайтириш чорасини куриши керак. Шу мақсадда у вақт-вақти билан ўтказилган рентгенологик текширув, унинг сони ва нурланиш дозасини хисобга олиб бориши лозим; беморга нур таъсирини камайтириш учун техникани ишлатиш ва текшириш вақтини қисқартириш; химоя чораларини кўриш ва диафрагмани қисқартириш йулларини топиш; текшириш усулларини тартибли такомиллаштириш, хар бир ходим узининг касбий савиясини ошириши ва рентгенологик текширишни қатъий равишда клиник талабга мувофиқ ва врач айтганидек қилиб ўтказиш керак.

2.3. Рентгендиагностика аппаратини бошқариш пультаининг боскичлари

Рентгендиагностика аппарати қўйидаги қисмлардан: бошқариш пульти, юқори кучланишли трансформатор, кенотрон, юқори кучланишли токни ўтказадиган экранли кабель, рентген трубка, штатив ва кўрсатадиган экрандан тузилган. Электр токидан шикастланмаслик учун рентгендиагностика аппаратининг металлдан ишланган қисмлари ерга киритилган химоя симига уланган бўлиши керак.

Бошқариш пульти рентген аппаратнинг электр системасини сиртқи электр тармоғи билан улайди, аппаратнинг тегишли иш жойида ва шароитда ишлашини таъминлайди.

Бошқариш пульти ҳар хил улчов асбоблари билан таъминланган бўлиб, улар тармоқдаги ток кўчланишини (В), юқори кучланишли токни (кВ), ток кучини (мА) кўрсатади, унда тармоқдаги юқори кучланишли токни, унинг кучини, вақтни кўрсатувчи, бошқариш учун мослашган асбоблар, шунингдек аппаратни тегишли иш жойида ишлаш имкониятини берадиган асбоб ва электрон ёруғлик сигнализацияси бор.

Бошқариш пултида тармоқдаги электр токини туғрилайдиган автотрансформатор ва токни 15 В пасайтирувчи трансформатор

жойлашган бўлиб, у рентген трубкасини ва кенотронни қизитиб, ишга тайёрлайди.

Рентген аппаратининг бошқариш пульти икки босқич уланишга эга.

Биринчи босқич — қизитиш (тайёрланиш) — бунда пасайтирувчи (15 В) трансформатор уланади, кенотрондаги ва рентген трубкасидаги катодларда жойлашган вольфрамдан тайёрланган спираль шаклидаги симлар ёниб, уларни қизитади ва юқори кучланишли токни қабул қилишга тайёрланади. Тайёрланиш вақти 10 секунд.

Иккинчи босқич — юқори кучланишли токни улаш. Пултни врач-рентгенологнинг талабига мувофиқ рентген лаборант бошқаради.

Назорат саволлари:

1. Рентгендиагностика аппаратларнинг қандай группалари мавжуд?
2. Рентгендиагностик аппаратлар қандай синфларга бўлинади?
3. Рентгенодиагностик кабинетлар қандай муассасалар раҳбарлиги назаратида бўлади?
4. Замонавий рентгендиагностика кабинети қандай хоналардан иборат бўлиши керак?
5. Процедура (муолажа) хонаси қандай вазифаларни бажаради?
6. Бошқариш пульти хонасида қандай вазифаларни бажаради?
7. Врач хонаси қандай вазифаларни бажаради?
8. Фотолаборатория хонаси қандай вазифаларни бажаради?
9. Рентген кабинетидан нур тарқалмаслиги учун қандай тусиқлар мавжуд?
10. Ҳар бир рентген кабинетида икки йилда бир марта текширувдан ўтказилади қандай икки комплект химоя воситалари мавжуд?.
11. Рентгендиагностик аппарат қандай қисмлар иборат?

3-мавзу: Рентген найчалари ва уларнинг ишлаш принциплари

Режа:

1. Рентген найчасини кашф этилиши.
2. Рентген нурларининг физик қонуниятлари.
3. Тормозли рентген нурлари.

Калит сўзлар: рентген найчаси, катод, анод, характерли ва тормозли нурланиш, электрон эмиссияси, ионизация, дифракцион панжара, кинетик энергия, фотон, генерация

Вилгелм Конрад Рентген 1897 йилда рентген нурларини кашф қилди. Дастлаб бу ҳолат сенсация сифатида қабул қилинган эди, аммо тез орада бу нурлар Рентген ва кўплаб мустақил тадқиқотчилар томонидан батафсил ўрганилди. Вужудга келиш механизми ва асосий физик хусусиятлар классик физика нуқтаи назаридан тушунтирилади. Кейинчалик зарурий тушунчалар квант механикаси ва релятивистик назария томонидан киритилди. X-нурлари кейинчалик рентген нурлари деб атала бошланди, бу нурлар электромагнит тўлқин шкаласида ўз ўрнини топди. Рентген нурлари тиббиётнинг ривожланишига, физиканинг бир қатор экспериментал усуллари ва XX аср технологиясининг кўплаб соҳаларига таъсир кўрсатди [1-10]. Ўтган вақт мобайнида рентген манбалари кўплаб йуналишлар ердамида мукамаллаштирилди. Бир томондан, бу амалий эҳтиёжлар билан боғлиқ бўлиб, турли хил қувват манбалари, геометрик ва вақтинчалик ўлчовлар талаб қилинади, бошқа томондан, рентген найчалари бўлмаган рентген манбаларини қуриш имконини берадиган ҳодисалар аниқланди.

Ҳозирги вақтда электромагнит тўлқин шкаласининг белгиланган қисмининг электромагнит тебранишларини генерациялайдиган параметрли - монохроматик, поляризацияланган, когерент ва уларнинг тарқалиш йуналишини бошқарадиган техник қурилмалар яратилмоқда. Тегишли

манбаларнинг юқори самарадорлигига эришилди. Бирок, рентген найчалари самарадорлиги бир неча фоиздан ошмайди. Уларнинг нурланиш спектри жуда кенг, уни бошқариш имконияти чекланган. Яқин вақтгача монохроматик, когерент рентген нурларини фақат ноёб қурилмаларда олиш мумкин бўлган.

3.1. Рентген найчаларин кашф этилиши

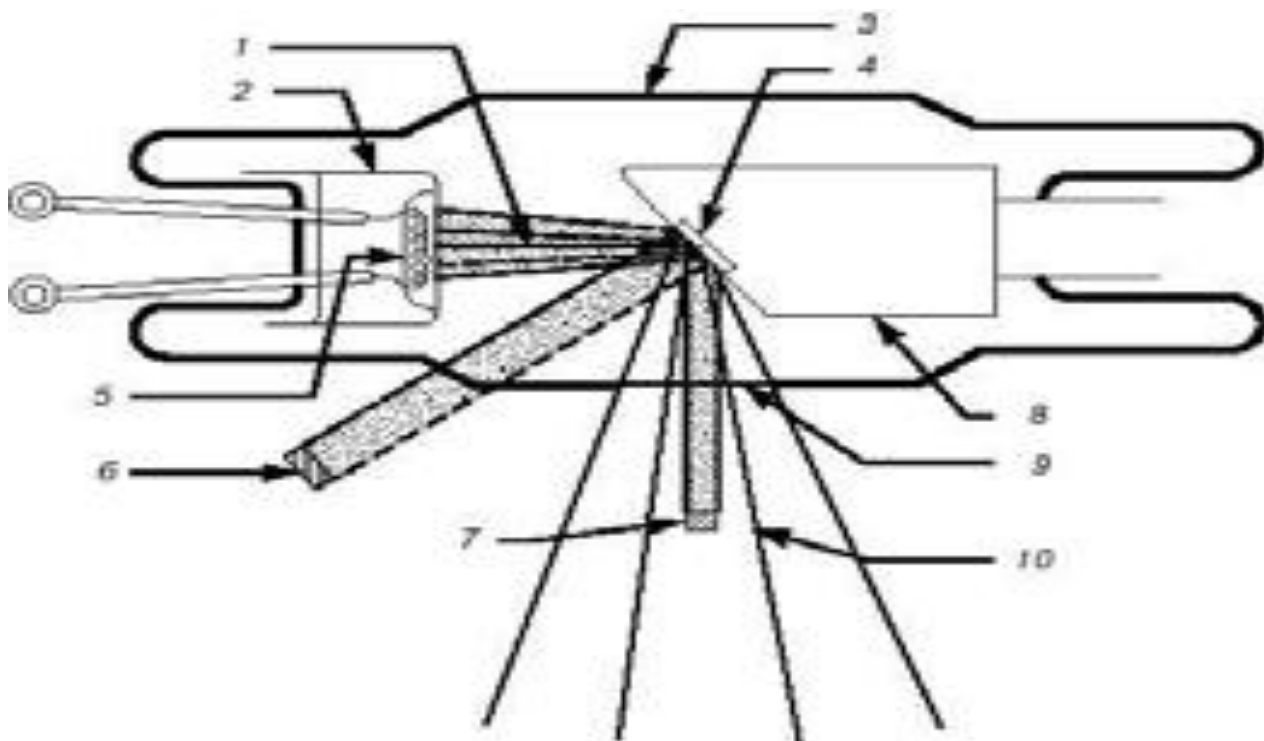
Рентген нурланишининг манбалари: рентген найчаси, баъзи радиоактив изотоплар (баъзилари тўғридан-тўғри рентген нурларини чиқаради), рентген нурларини чиқариб металл нишонни бомбардимон қиладиган ядро нурланишлар (электронли еки - заррачалар). Изотоп манбаларининг рентген нурланишининг интенсивлиги рентген найчасининг нурланиш интенсивлигидан каттароқдир, аммо изотопик ўлчами, оғирлиги ва қиймати рентген найчалари ўрнатилган қурилмаларга қараганда мосланмаган ҳолатда ҳам анча кичикдир [1].

X-нурларининг табиий манбалари қуёш тожи ва бошқа космик объектлардир.

Рентген қабул қилувчилар: фотоплёнка, люминесцентли экранлар, ядровий нурланиш детекторлари ҳам бўлиши мумкин. Телевизор найчаларида, рентген аппаратларида, электрон микроскопларда электронли мушак (электрон чироғи), йуналтирилган электрон оқимини ҳосил қилувчи қурилмалар ишлатилади. Телевизион қабул қилгичда электронли мушак кенескопли экран буйлаб тасвирни айлантириш учун фойдаланилади [2-10].

Рентген найчаси - рентген нурларини олиш учун қулланиладиган электровакуумдир. Энг оддий рентген найчаси электродлар - катод ва аноддан (антикод) билан леҳимланган шиша баллондан иборат. Катод томонидан чиқарилган электронлар электродлар орасидаги бўшлиқда кучли электр майдони билан тезлашади ва анодни бомбардимон қилади. Катоддан чиқаятган электронлар, электродлар орасидаги бўшлиқда кучли электр майдон таъсирида тезлашади ва анод билан бомбардировкаланади.

Электронлар анод билан тукнашганида уларнинг кинетик энергияси қисман рентген нурларининг энергиясига айланади. XIX асрнинг сўнгги чорагида илмий лабораторияларда Кулиж найчалари деб номланган асбоблар жуда кенг тарқалган эди. Рентген найчалари куйидагича фаркланади: электрон оқимини олиш - термоэмиссион (қиздирилган) катодли, автоэмиссион (уткир) катодли, мусбат ионлар ва радиоактив (β) электрон манбаи билан бомбардировкаланган; вакуумлаш усули - йигма ва лехим килинган; нурланиш вақти бўйича – доимий ва импульс харакатли; анодни совутиш - сув, мой, ҳаво, радиатцион совутиш; фокус ўлчамига кўра (анода нурланиш майдон бўйича) - макрофокуси, ўткирфокуси ва микрофокуси; шакли бўйича – ҳалқали, айлана ва чизикли шаклда; анода электронларни фокусилаш - электростатик, магнит ва электромагнитли фокусилаш усули ердамида.



1-Расм. Кулиж Вилиам Девиднинг рентген найчаси. Электрон томонидан бомбардировкаланган волфрам антикод характерли рентген нурланиш чиқаради. Рентген манбаининг кундаланг кесими ҳақиқий нурлантириладиган майдондан кичикдир. 1 – электронли манба; 2 – фокусиладиган электродли катод; 3 - шиша қобик (найча); 4 - волфрамли

нишон (антикатод); 5 - катод ипнинг чуғи; 6 - ҳақиқий нурлантириладиган майдон; 7 - самарали фокалланган доғ; 8 - мисли анод; 9 - дераза; 10 - тарқоқланган рентген нурлари.

Кулиж томонидан ишлаб чиқилган рентген найчада (1-расм), электрон манбаи юқори ҳароратгача қиздирилган волфрам катоддан иборатдир. Анод (ёки антикод) ва катод ўртасидаги катта потенциаллар фарқ туфайли электронлар юқори тезликка тезлашишади. Электронлар анодга атомлар билан тўқнашувсиз этиб бориши учун, жуда юқори вакуум керак булади, бунинг учун найни хавоси яхшилаб сиқиб олиниши керак. Бу, шунингдек, қолган газ атомларини ва унга боғлиқ ён оқимларни ионлаш эҳтимолини камайтиради. Электронлар катодни ўраб турган махсус шаклдаги электрод ёрдамида анодга йуналтирилади. Ушбу электрод фокусли электрод деб аталади ва катод билан биргаликда найнинг "электрон нури" ҳосил қилади. Электрон бомбардимон қилинган анод иссиқликка чидамли материалдан тайёрланиши керак, чунки бомбардимон қилувчи электронларнинг кинетик энергиясининг аксарияти иссиққа айланади. Бундан ташқари, аноднинг катта атом рақамига эга бўлган материалдан ясалгани маъқул, чунки рентген рентабеллиги атом сонининг кўпайиши билан ортади. Аноднинг материали сифатида волфрам кўпинча танланади, унинг атом сони 74 га тенг.

Бошқа тадқиқотчилар Кулиж найчалари орқали турли хил сийраклашган газлардаги тоқлар оқимини кузатишда ва бир канча намоёишларда ундан фойдаланишди.

Немис физиги Филиппфон Ленард (fon Lenard Filipp Eduard Anton) катод нурлари юққа чузилган алюминий фолгали най деразаларидан утишини ва дераза атрофидаги ҳавони ионлаштиришини курсатди. Шундай қилиб, электрон нур биринчи марта атмосферага чиқарилди.

Инглиз физиги Жозеф Жон Томсон (Joseph John Thomson) Кулижнинг найчасининг асл нусхали найини ишлаб чиқди. 1897 йилда магнит ва электр майдон томонидан катод нурларини оғишини кўрсатиб, бу нурлар манфий зарядланган зарралар оқимидан иборатлигини кўрсатди. Бу зарраларнинг

солиштирма заряди ўлчанди, ва массаси водород атоми массасидан 1837 марта кичик эканлиги аниқланди. Шундай қилиб, электрон топилди.

Экспериментатор Немис физиги Рентген Вилгелм Конрад (Rontgen Wilhelm Conrad) 1894 йилда Вюрцбург Университетида ректори этиб сайланганидан сўнг, шиша вакуум найчаларидаги электр зарядини ўрганишга киришди. Олдин ўтказилган баъзи бир тажрибалар, хусусан, Ленард деразасидан чиқадиган катод нурлари (циано платинали барий $Ba[Pt(CN)_4] \cdot 4H_2O$ билан копланган) экранда флуоренценцияланишини урганди. 1895 йил 8-ноябрда кузатувни осонлаштириш учун Рентген хонани қоронғулатиб Ленард тиркишсиз Кулиж найини қалин шаффоф булмаган қора қоғоз билан коплайди. Ажабланарлиси шундаки, у яқин атрофдаги экранда флуоренценция полосасини курди. Эҳтиёткорлик билан таҳлил қилиб, хатоликларни имкон даражада камайтирганда ҳам найчани ёқанида ҳар сафар флуоренценция хосил булишини кузатди, бунда фақат нурланиш манбаи найча эканлигини исботлади, хаттоки экран икки метр масофада узокликда булса ҳам флуоренценция хосил булишини кузатди, бу катод нурларининг қисқа масофали имкониятларидан анча юқори эди.

3.2. Рентген нурларининг физик қонуниятлари

Рентген нурларининг физикавий табиати ҳақидаги саволлар улар кашф этилиши билан пайдо бўлди. Тез орада унинг физикавий жараенлари мукамал урганилди. 1893 йилда немис физиологи ва физиги Гермон фон Гельмгольц, нурга ўхшаш бу нур етарлича қисқа тўлқин узунлигига эга булиб, қаттиқ намуналардан утиши мумкинлигини тахмин қилди. Ўша пайтда бундай нур маълум эмас эди. Рентген бу нурни кашф этгандан сўнг, немис физиги Макс фон Лау рентген нурларининг қисқа тўлқинли характерга эга эканлигини кристалдаги атомларни мунтазам равишда жойлашган диффракцион панжараси орқали исботлаш мумкинлигини тақлиф қилди.

Ўша даврнинг одатий диффракцион панжараси бир-биридан бир хил (кичик) масофада шиша ёки металл пластинка юзасида чизилган қаторлардан иборат эди. Бу ҳолатда пластинкаларда нур тарқалганда, ёруғ ва қоронғу доғли мураккаб нақшлари пайдо бўларди, уларнинг шакли панжара устидаги тушадиган нурнинг тўлқин узунлигига боғлиқ эди. Оптик диффракцион панжаралари киска тўлқин узунликда рентген нурларини дифракцияни кузатиш жуда кўпол булар эди.

1913 йилда фон Лау томонидан таклиф қилинган тажриба Валтер Фридрих ва Пол Книпп томонидан бажарилган эди [4]. Кейинчалик, Лау тажрибаси рентген кристаллооптика ва рентгенструктуравий таҳлил қилиш асосини деб тан олинди. Шундай қилиб, рентген нурланишининг электромагнит тўлқин эканлиги ишончли тарзда аниқланди. Электромагнит тўлқинлар шкаласида рентген нурлари бир томондан ултрабинафша нурланиш ва бошқа томондан гамма нурланишлари орасидаги интервални эгаллайди.

Ушбу турдаги нурланиш турлари ўртасидаги чегара масаласи баҳсли эди. Баъзи манбаларда фотон энергиясининг таклиф этилаётган чегаралари юз мартадан кўпроқ фарқ қилади. Чегаралар бу ёки у ҳолатлардан каттароқдир, деб ишониш адолатли кўринади. Иккала ҳолатда ҳам нурланиш генерацияланиш ва спектралланиш механизми хусусиятларни ҳисобга олган ҳолда таснифланиш керак. Юқорида айтилганларни ҳисобга олган ҳолда, рентген нурланишини 10^{-12} – 10^{-8} м тўлқин узунлигидаги электромагнит нурланиш булиб, фотонлар энергияси 10^2 – 10^6 эВ тенг, улар тезлаштирилган электрон ҳаракатида – тормозли нурланишда, ёки атомларнинг электрон қобиғини қайта шакллантиришда – характерли нурланиш натижасида ҳосил бўлади.

Характерли нурланиш спектри ингичка чизиқлар тўпламидан иборат ва ҳар бир кимёвий элемент учун индивидуалдир. Ҳозирги вақтда маълум бўлишича, рентген нурлари табиатда ва технологияда кўплаб ҳодисаларга ҳамроҳ бўлади. Иситилган жисмларнинг нурланиш қонуниятларидан келиб

чиқадики, юқори ҳароратларда нурланиш спектри рентген сохага ўтади. Виннинг силжиш қонунига кўра:

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

Шундай қилиб, 10^6 – 10^7 К га қадар қиздирилган плазма спектрнинг рентген сохасида нурланиши мумкин. Бу ҳароратда кўплаб кимёвий элементлар тўлиқ ионлашади. Натижада стационар плазма нурланиши асосан нурланиш туфайли бўлади. Дарҳақиқат, космик кузатувларда рентген нурунинг иссиқлиги, Қуёш ва юлдузлар спектрида мавжуд булади.

Иссиқ рентген нурланиш термоядровий портлаш физикасида асосий уринда туради. Иссиқ рентген нурланиши термоядро тажрибавий қурилмаларда йўқотилаётган иссиқ плазма энергиясининг асосий каналидир. Кўплаб астрономик ҳодисалар иссиқ бўлмаган рентген нурлари билан бирга руй беради. Ядро реакциялар, ядровий нурланиш билан бирга, муқаррар равишда характерли рентген нурланиш билан бирга руй беради. Тегишли атомларнинг электрон қобиғининг қайта жойлашиши туфайли юзага келади.

Юқори вольтли қурилмалар ва кучли электровакуумли қурилмаларнинг ишлаши кўп ҳолларда рентген нурларининг генерацияланиши асосидаси булади.

Кераксиз рентген нурлари ходимлар учун хавфли бўлиб, қурилманинг ишлашига салбий таъсир кўрсатади. Рентген манбалари учун асос сифатида ишлатилиши мумкин бўлган барча физик жараёнларда (ядро реакцияси ва эркин электронлар асосидаги қурилмалар бундан мустасно) характерли ва тормозли рентген спектрлари мавжудлиги хақида маълумот беради.

Келинг, рентген найчасининг мисолини батафсилроқ кўриб чиқайлик - чугланадиган катод ва анод шаклида электрон манбаи бўлган вакуумли қурилмадир. Катод ва анод ўртасида U кучланиш электронларни тезлаштириш учун қуйилади. Анъанавий рентген найчаларида $U=10^4$ – $2 \cdot 10^5$ В. Найчадаги паст босим (10^{-2} Па) тезлашиш процессида электрон оқимининг минимал

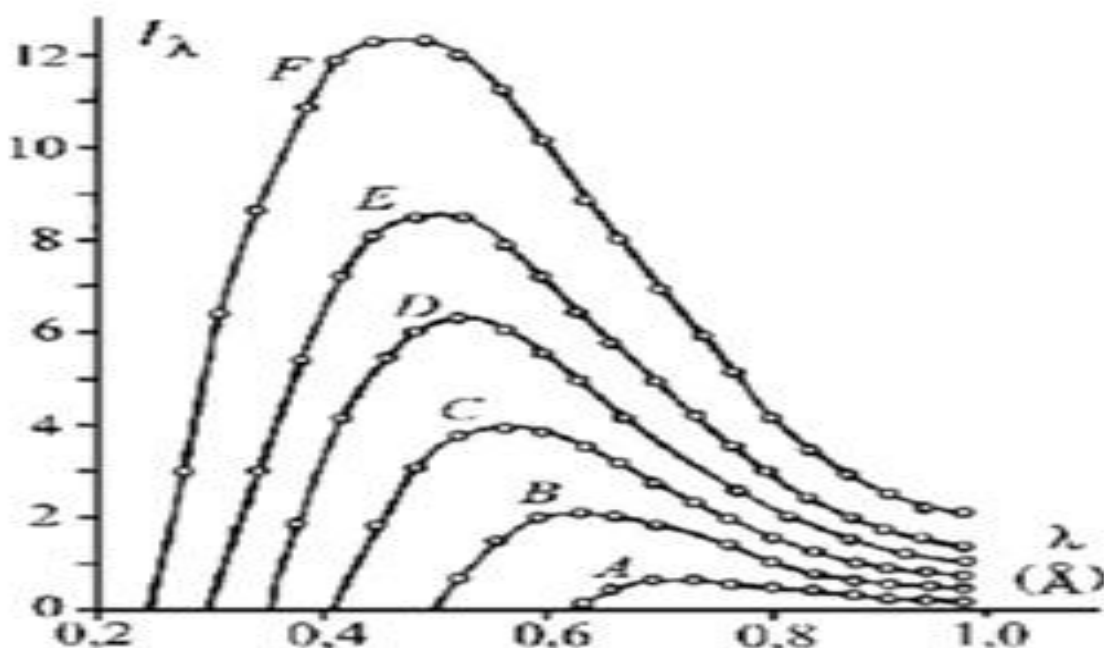
йўқотилишини таъминлайди. Электронлар электродлар орасидаги бўшлиғдан ўтганида кинетик энергияга эга бўлади:

$$E_{\text{кин}}=e \cdot U, (2)$$

бу ерда U - электродлар орасидаги потенциаллар фарқи, e - элементар заряд. Анодга келадиган электроннинг энергияси (2) формуладаги кийматга тенг, чунки термоэлектронларнинг энергияси жуда кичик кийматга эга. Тезлаштирилган электронларнинг анод моддасининг атомлари билан ўзаро таъсири аноддан турли йуналишларда тарқаладиган рентген нурланиши пайдо килади. [5].

3.3. Тормозли рентген нурлари

Спектрометрик тадқиқотлар рентген найчалардаги генерацияланадиган нурни мураккаб спектрли табиатга эга эканлиги исботлади. Спектрнинг доимий таркибий қисмли фонидан ингичка максимумлар билан спектрлар фаркланади. Ҳар қандай анод материаллари учун рентген нурланиш ҳар доим киска тулқинлар томонидан узлуксиз максимумли ва аниқ чегарали спектрга эга (2-расм).



2-Расм. Турли тезлаштирилган кучланишларда U , узлуксизликни ҳосил килувчи рентген спектрлари А) $U = 20$ кВ, Б) $U = 25$ кВ, С) $U = 30$ кВ, Д) $U = 35$ кВ, Э) $U = 40$ кВ, Ф) $U = 50$ кВ. Волфрамли анод. Вертикал ўқда нисбий бирликларда нурланишнинг интенсивлиги келтирилган

Ўлчовлар шуни кўрсатдики, рентген нурнинг максимал баландлик ва интеграл интенсивлиги монотон қуринишда анод ва рентген найчасининг катодлари орасидаги кучайиб бораётган кучланиш билан бир каторда ошди. Узлуксиз рентген спектрининг қисқа тўлқинли чегарасининг ҳолати анод материалига боглик булмасдан фақат кучланиш киймати билан белгиланади. Қисқа тўлқин чегарасининг тўлқин узунлиги қуйидаги эмпирик формула (3) билан ифодаланади:

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

Кайсики кучланиш - U киловольтларда ва λ – тўлқин узунлик ангстремларда улчанади. Рентген найча нуридаги спектрининг узлуксиз таркибий қисми анод материалдаги тезлаштирилган электронларнинг тормозланиши натижасида ҳосил бўлади. Анодга тушган юқори кинетик энергияга эга бўлган электронга атом ядроларининг электр майдонлари ва анод моддаси атомларининг электронлари таъсир кўрсатади. Кулон кучлари таъсири остида электронлар сезиларли тезлашувга эришадилар ва доимий спектрдаги электромагнит тўлқинларни чиқарадилар. Классик электродинамикага кўра, зарядланган зарранинг тормозланган нурланишининг интеграл интенсивлиги (яъни, энергияси, вақт бирлиги ичида барча йулалишлар буйича таркаладиган энергия) тормозланадиган зарранинг тезланишининг квадратига тугри пропорционал. Шуни таъкидлаш керакки, тормозланган нурланиш генерацияси асосан атом ядроларининг электр майдонлари билан ўзаро таъсири натижасида юзага келади. Электрон - электрон тўқнашувининг урни тормозли нурланишни интенсивлигига нисбатан жуда кичикдир.

Электродинамикада, атом ядросининг электр майдонида электроннинг тормозланишида белгиланган тўлқин узунликдаги нурланиш эҳтимоли атом тартиб сонинг квадратига Z^2 ва электрон - электрон тўқнашганда эса, атом сони Z га тугри мутаносиблиги курсатилган.

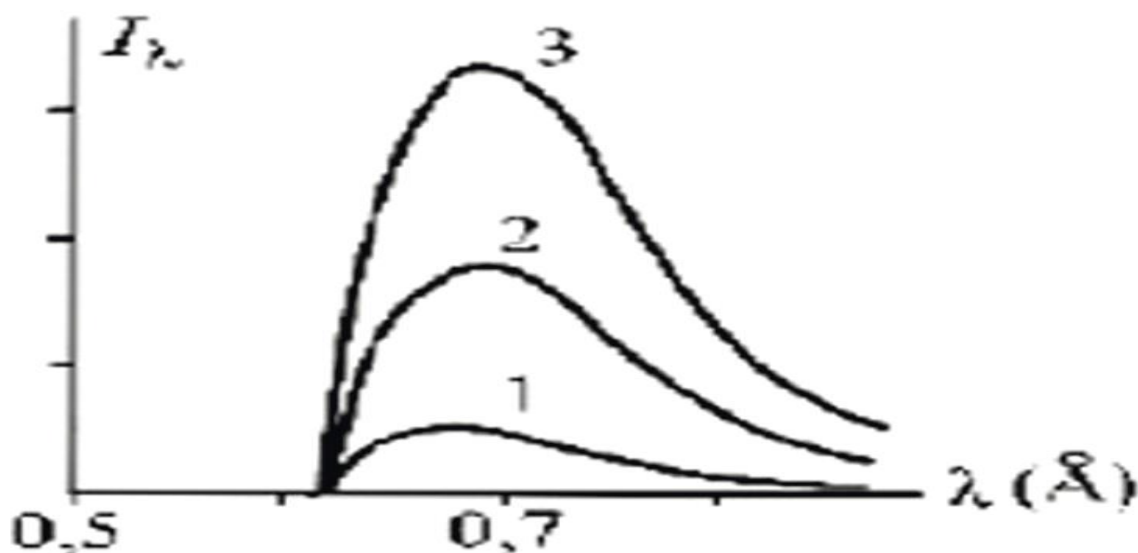
Узлуксиз рентген спектрининг қисқа тўлқинли чегарасининг ҳолати энергияни сақлаш қонунидан фойдаланиб осонликча ҳисобланади. Фотонининг максимал энергияси $\epsilon_{\text{макс}}$, чекланган ҳолатда тормозли нурланиш аникланади, яъни электроннинг барча кинетик энергияси битта фотон энергияси шаклида тарқалганда (4):

$$\epsilon_{\text{макс}} = e \cdot U. \quad (4)$$

Электрон тормозланганда, атом импульс ва кинетик энергия олади. Бирок, реактив бўлмаган электронларда бу берилган энергия eU га нисбатан аҳамиятсиз, чунки тормозланиш асосан массив атом ядроси билан ўзаро натижасида руй беради. Максимал энергия ($\epsilon_{\text{макс}}$) фотон тўлқинининг минимал узунлигига ($\lambda_{\text{мин}}$), доимий рентген спектрининг қисқа тўлқин узунлиги учун эмпирик формулага (3) тўғри келади:

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

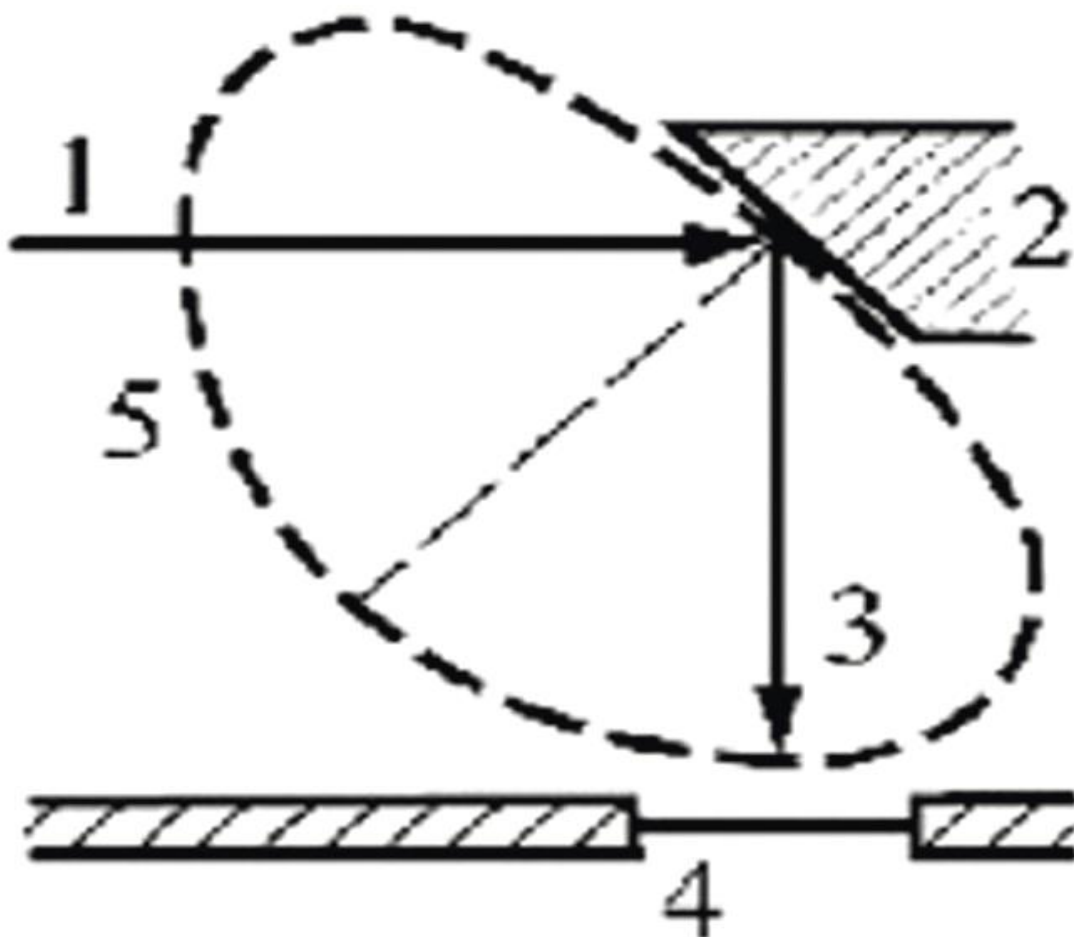
(5) ифодасига кўра ошиб бораётган U кучланиши остида қисқа тўлқин узунлик ($\lambda_{\text{мин}}$) чегараси аноднинг материалига боглик эмас (3-расм).



3 - Расм. Рентген найчасида бир хил тезлаштирилган кучланиш ва узгармас ток электронлар остида турли хил намуналар анодининг қиёсий тормозли нурланишининг спектрлари. Анодли намуналар: 1 - алюминий, 2 - молибден, 3 - платина

Эгрланиш остидаги майдон анод намналарининг атом рақамига мутаносибдир. Аноднинг сирт қатламида электронларнинг тормозланиши натижасида рентген нурланиш хосил бўлади. Бирок, электрон энергиясининг 5% гинасигина нурланишга сарфланади. Қолган энергия иссиқликка айланади ва анодни иситади. Электронларнинг иссиқлик йўқотилишини камайтириш учун маълум булган кристаллографик ориентацияли монокристаллардан фойдаланиш таклифи киритилади. Физикавий жараен бу ҳолатда куйидаги истиқболларга эришади. Ушбу намуналарларда атомларнинг тартибий жойлашиши узаро бир бирига тортишадиган атом каналларини яратади. Агар электронлар намуна юзасига атом занжирига кисик бурчак остида тушса, уларнинг ҳаракати канал ичида локализацияланади.

Электроннинг кристаллографик йуналиш буйлаб ҳаракатида минимал иссиқлик йўқотили тормозли рентген нурланиш пайдо бўлади. Бошқача қилиб айтганда, рентген нурлари фойдасига тезлаштирилган электронлар энергиясини қайта тақсимланиши содир булади [6]. Кўпчилик рентген найчаларида максимал нурланиш тезлаштирилган электронлар манбаига перпендикуляр бўлган йуналишда шакллланади (4-расм).



4-Расм. Рентген найчаларида массив анодининг тормозланувчи нурланиш интенсивлигини тарқалишининг қутбий диаграммаси: 1 - тезлаштирилган электронлар оқими, 2 - анод, 3 - найчадан чиқадиган рентген нурлар манбаининг ўқи, 4 - рентген найчасининг деворидаги тиркиш; 5 - тормозланувчи нурланиш интенсивлигини тарқалишининг қутбий диаграммаси

Рентген найча деворидаги рентген нурлари йулида рентген нурланишини заиф сингдирадиган моддадан юпка пластинка килиб қопланган дераза консрукцияланади. Бундай материал сифатида алюминий, бериллий, графитли плёнка билан сингдирилган пластиклар ва хокозолар ишлатилиши мумкин. Йўқотиб булмайдиган электрон манбанинг кенгайиши хисобида массивли анодда содир буладиган жараенлар 9-расмда тасвирланган.

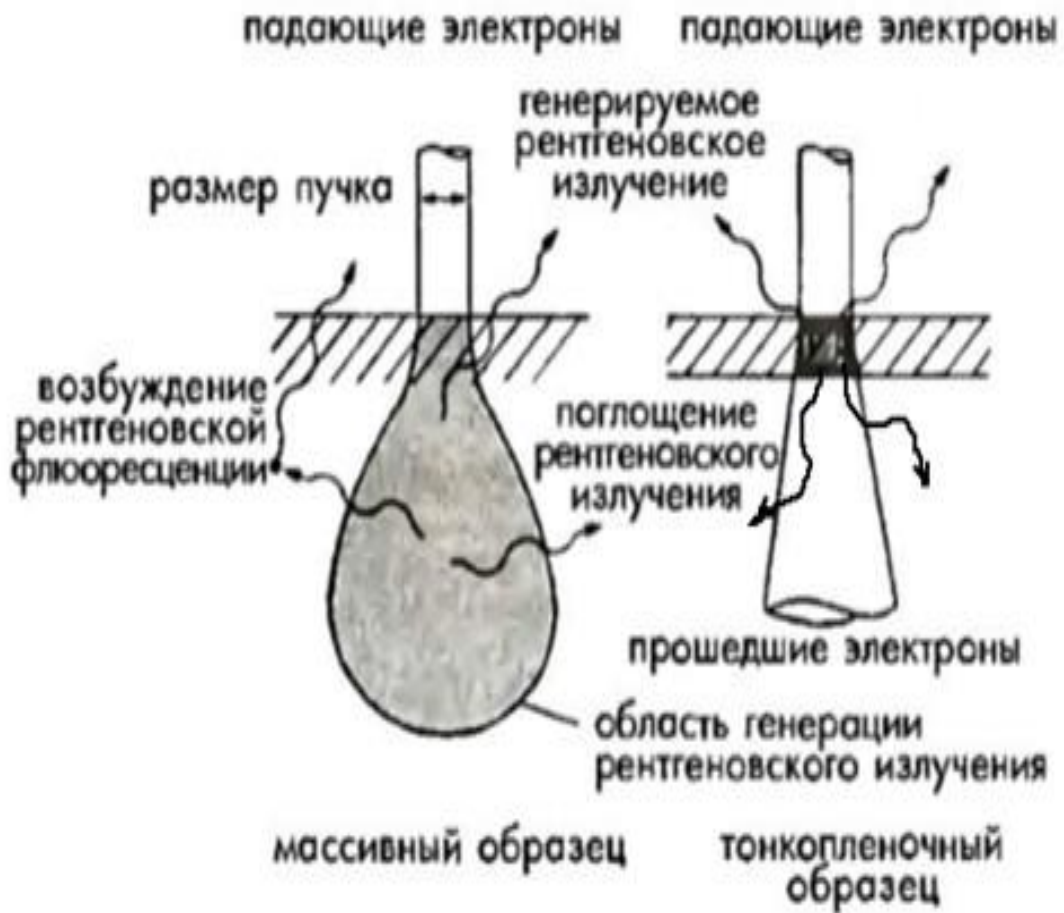
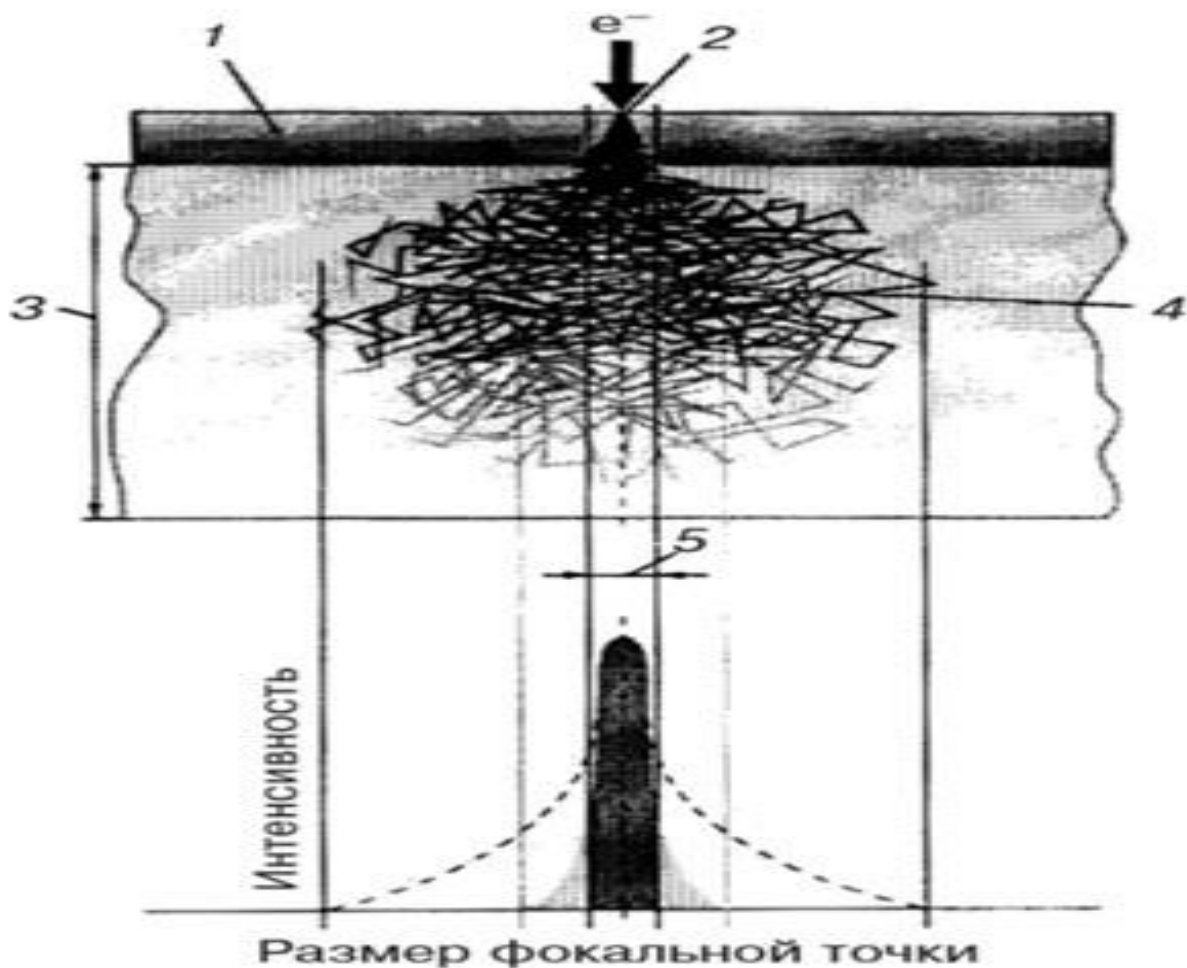


Рис. 5. Намунага тушаётган электрон нишоннинг кенгайиши: чапда массивли анод, унгда отиладиган анод

Электрон нишоннинг кенгайиши рентген найчасининг фокусининг уткирлиги билан чегараланади. Отиладиган анодлари бу муаммони хал қилади. 9-расм рентген найчасидаги отиладиган анодаги тормозли нурланишни интенсивлигини тарқалишини тасвирлаган.



6-Расм. Отиладиган нишон: 1 - нишон/ўзаро таъсирланувчи қатлами (0,5 - 5 мкм W, Мо ёки Cu), 2 – электрон манбаси, 3 - таглик (50 - 500 мкм Be ёки Al), 4 - рентген таъсирнинг ҳажми, 5 - самарали фокус доғи.

Кайрилган интенсивлик юқори, ўрта ва паст рентген нурларининг энергиясини нисбий тарқалишини кўрсатади [6].

Характерли рентген нурлари: иккиламчи рентген нурлари спектрларини ўрганиш, рентген найчасининг электродлари ўртасида етарлича юқори тезлашувчи кучланишда узлуксиз рентген спектрида юқори интенсивликдаги ингичка пиклар пайдо бўлишини кўрсатди. Ушбу пиклар рентген спектрал чизиқлари деб номланади (оптик спектрал чизиқларга ўхшаш). Тажрибаларда аниқланишича, тўлқин узунлиги бўйича спектрал чизиқларнинг жойлашиши анод намуналарининг элементар таркиби буйича белгиланади. Бундан ташқари, ҳар бир кимёвий элемент чизиқли рентген спектрининг тўлқин

узунликларининг маълум бир индивидуал тўпламига мос келади. Узлукли спектрга эга бўлган бу жараен характерли рентген нурланиш (ХРН) деб аталади. Узлукли рентген спектри, атом оптик спектрлардан фарқли ўлароқ, тўлқин узунликларининг яқинлигига қараб бир қаторга бирлаштирилган бир канча ўткир чўққилардан иборат. Энг қисқа тўлқин узунликдаги ХРН К серия деб номланади. Кўпгина кимёвий элементлар учун ушбу сериянинг учта пики: K_{α} , K_{β} , K_{γ} , бу юнонча ҳарфлар спектр чизиғининг интенсивлигини пасайиш тартибида жойлаштирилган. Чизиқли рентген спектрларида узунроқ тўлқин узунлиги L-серияли спектр чизиқлар ҳам мавжуд. Ҳар қандай кимёвий элемент учун L-серия тўлқин узунлиги K-серия тўлқин узунлигидан бир неча барабар узунроқ булади. Коида буйича бир хил шароитли тажрибаларда ҳам кимёвий элементларнинг L-сериясининг интенсив чизиги K-серия интенсив чизигидан кам булади. Рентген спектрометрларининг аниқлиги ошиб бориши ва рентген нурланиш диапазонининг узунроқ тўлқин узунликларини кузатишда оғир элементлар рентген спектрал серияларини M, N ва O ҳарфлари билан белгиланади.

Ушбу серияларнинг ҳар бири электромагнит тўлқинлар шкаласидаги ультрабинафша диапазон тараф силжиб, тобора кенгайиб борадиган тўлқинларнинг спектрал чизиқларидан иборат. Бир хил кимёвий элемент учун ХРН тўлқин узунликлар серияси қисқа тўлқин узунликдаги сериялар билан таққослаганда янада мураккаб таркибий ва спектрал чизиқларнинг кичик интенсивлиги билан ажралиб туради.

Назорат саволлари:

1. Вилгелм Конрад Рентген нечинчи йилда рентген нурларини кашф қилган?
2. Рентген найчаси деганда нимани тушунасиз?
3. Электронлар анод билан тукнашганида уларнинг кинетик энергияси қисман қандай энергияга айланади?
4. Рентген найчалари қанака усуллар билан фаркланади?

5. Рентген найчаларидаги электронлар окимини олиш кандай йулар билан амалга ошириш мумкин?
6. Рентген найчаларидаги анодни совутишни кандай йулари мавжуд?
7. Рентген найчаларида анод нурланиш майдони буйича нечи фокус улчамли булади?
8. Рентген найчаларидаги анод электронларни фокуслашни канака усуллари мавжуд?
9. 1987 йил ким томонидан катод нурлари магнит ва электр майдон томонидан огишини, манфий зарядланган зарра окимидан иборатлигини, массаси водород атоми массасидан 1837 марта кичиклигини аниқлади?
10. Рентген найидаги анод ва катод орасидаги кучланиш нима учун куйилади?

4 мавзу Божхона назоратида рентген текширув ускуналарини қўлланилиши

Режа:

1. Ўзбекистон чегара божхона постлари, божхонадаги рентген аппаратлари. Божхона текширувидаги техник воситалар тушунчаси.
2. Божхонада ишида табиий ва сунъий рентген нурланиш манбаларидан фойдаланилади.
3. Божхонада объектларни текширувида рентген технологияларини қўлланилиши

Калит сўзлар: назоратий инспекцион ускуна, радиацион назоратий техник воситалар, текширувнинг техник воситалари, божхона назоратининг техник воситалари, рентген сканери.

Кириш

Бизнинг мамлакатимиз Ўзбекистон - денгизга чиқиш йулига эга эмаслиги сабабли қўшни давлатларнинг ҳеч бири учун океанли портлари мавжуд эмас, шунинг учун импорт қуруқлик орқали барча мамлакатларда амалга оширилади. Марказий Осиёнинг марказида жойлашган Ўзбекистон ҳудуди Афғонистон, Тожикистон, Туркманистон ва бошқа қўшни мамлакатлардан олиб келинадиган турли хил ноқонуний товарлар ва материаллар оқимида дучор бўлади. Марказий Осиё минтақасида транспорт тармоғининг усиб бориши натижасида товарлар оқимининг кўпайиши, яъни мамлакатимиз божхона чегараларни қўшни мамлакатлар кесиб ўтиши туфайли юк ташувчи машиналарнинг узоқ навбатда туриб қолиш ҳолатидан катта тикилишлар вужудга келади, вазиятдан чиқиш эса тезкор равишда назоратларни ўтказишни такозо этади. Шу билан бир каторда ҳаво транспорти ҳам жуда долзарб масаладир, давлатлар ўртасида юклар ва йуловчилар оқими кундан кунга кўпайиб кетмоқда, бу ҳолатларда товарларнинг ҳаракатини кузатиш жуда муҳимдир. Кузатув назоратида орасидаги техник воситаларининг энг муҳим ўринлардан бири рақамли радиография комплекслари ҳисобланади.

Божхона назоратининг техник воситалари деганда божхона чегарадан олиб кирилатган ва олиб чиқилаётган барча турдаги объектларни, тақиқланган ёки декларацияланган таркибга мос келмайдиган объектлар, материаллар ва моддаларни аниқлаш учун фойдаланиладиган махсус техник воситалар мажмуи деб таърифланиши мумкин.

Божхона ходимлари назоратий рентген курилмалари ёрдамида одамларда тақиқланган нарсалар ва моддаларнинг мавжудлигини текшириши мумкин. Божхона назоратининг бундай шакли, божхона назоратида, божхона кўригида божхона текширувида сифатида рентген техникаси кулланилади, унда кўл юкларини, халқаро почта жўнатмаларини, паллетларда сақланадиган юкларни, контейнерлар, автомобиллар, юк машиналари, темир йул вагонлари, одамларни, транспорт воситаларининг куриш кийин булган жойларини тезкор ва самарали божхона назоратидан утишида амалга оширилади.

Ушбу техника генерациялангани ионлашган нурланиш манбаига эга ва Ўзбекистон Республикаси санитария қонунчилиги нормалари ва қоидаларига бўйсунди.

4.1. Ўзбекистон чегара божхона постлари, божхонадаги рентген техникалари ва назорати техник воситалари тушунчаси.

Ўзбекистон Республикаси Давлат божхона қўмитаси контрабандани ноқонуний йул билан кириш хавфи юқори бўлган чегара божхона постларини инспекцион рентген текширув (ИРТ) комплекслари билан жиҳозлаш фавқулодда тезкорлик билан ишлашни такомиллаштирилишига олиб келади.

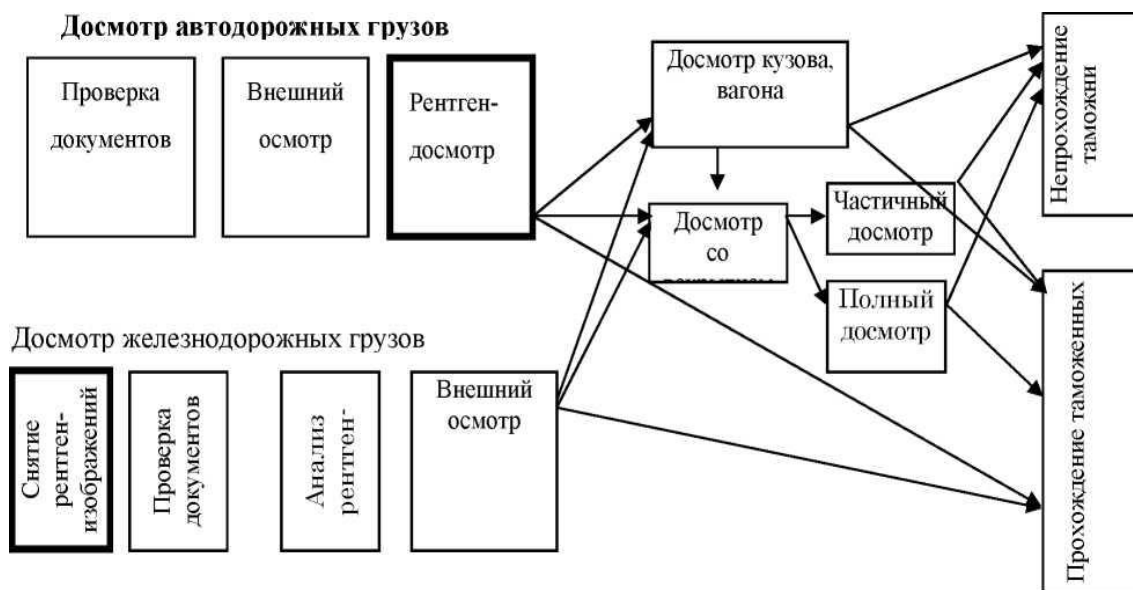


Расм 1. Ўзбекистоннинг боғхона постлари

1-расмда кўрсатилганидек, мамлакатимизда 163 та боғхона постлари мавжуд бўлиб, уларда техник жиҳозлар объекти билан таъминланган (чегара боғхона пости - 105, ташқи савдо пости - 58).

Шу билан бир қаторда қўйидаги шошиилинч чегара постлари: Автомобили - 53 пост, темир йулли - 13 пост, Мобилли - 26 пост, аэропортли - 12 пост ва дарели - 1 пост мавжуд. Юқоридаги боғхона чегаралари ичида 66 та автомобилли ва темир йулли боғхона постларидан 14 таси боғхона техник қайта жиҳозлаш устувор объектлар сифатида кўрсатилади. Улар орасида биринчи босқичда 5 та боғхона (устуворлик учун): Айритом (а/й), Галаба (т/й), Ойбек (а/д) Олот (а/д), Хўжадавлат (т/й). Иккинчи босқичнинг 9 та пост: Ўзбекистон (т/й), Яллама (а/й), Даут ота (а/й), Қорақалпоқия (т/й), Сариосиё (т/й), Сариосиё (ёъл), Чукурсой (т/й), Дўстлик (а/й), Андархон (а/й) фаолият олиб бориб келмоқда. Ўзбекистон Республикасида 11 та чегара боғхона постларида техник воситалар мавжуд бўлиб, уларда савдо (экспорт-импорт, транзит) нинг 95 фоизи текшируви амалга оширилади. Шу билан бир қаторда уларда юқларни назорат қилишнинг интрузив булмаган инспекцион-назорат комплекси (катта ҳажмдаги рентген текшируви сканерлари) ташкиллаштирилган. 2-Расмда катта ўлчовли рентген инспекцион-назорат

комплекси божхона текширувига киритилганда, куйидаги тартибда жойлаштирилиши кераклиги тасвирланган.



2-Расм Божхона тартибидаги утиш жараени

2-расмда кўрсатилгандек, рентген текширувини ўтказиш тартиби автоулов ва темир йул юклари билан боғлиқ ҳолатларда фарқ қилади, шунинг учун ҳар бир юк турини текшириш тартибини ҳисобга олган ҳолда, етказиб бериш режаларини акс эттирадиган қарорлар тузилади.

Маълумки, **рентген нурлари материалларда сингиш қобилиятига эга.** Уларнинг характерли хусусияти шундаки шаффоф материалнинг зичлиги, калинлиги, атом сони юқори бўлишлиги бу қобилиятни заифлаштиради. Ушбу характерли хусусият эга булган рентген нурлари таъсирида олинган тасвирлар ёрдамида модданинг табиати хақида аниқлик киритилади.

Рентген нурларнинг аниқлиги худди гамма нурларидек деярли бир хил, фақат улардан химояланиш қувватни ток манбаидан узиб қўйиш билан таъминланади. Ҳозирги вақтда ушбу турдаги нурланиш воситаси божхона назорати амалий ишида стандарт ҳисобланади. Ўзбекистон Республикасидаги божхона постларида 80 дан ортиқ кичик ўлчамли рентген текшируви сканерлари ишлайди.

Давлат божхона кўмитасининг маълумотларига кўра, Ўзбекистон Республикаси божхона постларида рентген текшируви ускуналарини транзит юкларни интрузив булмаган кузатувда текширишни жорий этиш мақсадга мувофик бўлган.

Божхона назорати техник воситалари тушунчаси - божхона ходимлари томонидан давлат чегараси орқали олиб кирилиши еки олиб чиқилиши тақиқланган, декларацияга тўғри келмайдиган барча турдаги объектларни аниқлаш учун фойдаланиладиган махсус техник воситалар тўпламидир.

Божхона назоратининг техник воситалари қуйидаги турлар бўлинади:

1. Назоратий интроскопик ускунали - божхона органлари томонидан йуловчилар, кузатувчисиз ва кузатувли юклар таркибини визуал текшириш учун фойдаланиладиган, кичик, ўрта ва катта ўлчамдаги контейнерларни очмасдан, рентгеноскопик, рентгенографик гаммасканерлаш усули ердамида текширув назорати утказилади. Ушбу тизимларда органик ва ноорганик материалларни ажратиш ва ҳажми сканерлаш функцияларидан фойдаланилади. Божхона органлари бу ҳолатларда стационар, кўчма ва мобил тизимлиларидан фойдаланишлари мумкин.

2. Радиацион назоратнинг техник воситали - транспортда ташилаётган радиоактив ва булиннадиган материалларни, хавфли чиқиндиларни аниқлаш, локализациялаш, уларнинг миқдорий ва сифатий хусусиятларини ўлчаш учун мўлжалланган божхона назоратининг техник воситаларининг туридир.

3. Текширувнинг техник воситалари - юкларда, халқаро почта жўнатмаларда ва транспорт воситаларида тақиқланган объектларни назорат қилишда фойдаланиладиган восита, булиб металл детекторлардан иборат - қора ва рангли металллардан ясалган нарсаларни аниқлайдиган электрон қурилмалардир. Улар кўчма, портатив, шунингдек стационар булади.

Божхона назоратининг техник воситалари қуйидаги тартибда қўлланилади:

Интроскопик технологиялардан фойдаланганда, унинг барча техник имкониятларидан фойдаланиб кузатиш керак: монитордаги рентген тасвирининг сифати ва унинг катталашиши; кўриш пайтида материаллар

гурухларини рангларига қараб тақсимланиши (гиёҳванд, портловчи моддалар ва бошқа контрабанда буюмлари); аввал олинган рентген тасвирини қайта текшириш эҳтимоли; рентген тасвирини магнит плёнкага ёзиб олиш; рентген тасвирлари маълумотлар базасини баҳолашни марказлаштириш; хавфсизлик технологиясининг барча мезонларига риоя қилиш, операторлар, текширилаётган объектлар ва йуловчилар учун рентген нурланиш фойдаланиш хавфсизлигига риоя қилиш этиш талаб қилинади.

Интроскопик ускуналар божхона кўригининг барча ҳолатларида йуловчиларнинг кузатувчили ва кузатувчисиз юкларини, халқаро почта жўнатмалари ва маҳсулотларини кичик, ўрта ва катта ўлчамдаги контейнерларда синаш учун ишлатилади. Интроскопик ускуналар билан ишлайдиган ишчилардан бу қурилмаларни техник хизматини, вазифасини ва ишлаш принципини ўрганиш талаб этилади. Бундан ташқари, улар одам танасига рентген нурланишининг таъсири тўғрисида укув курсини уқиган бўлиши шарт.

Техник воситалар божхона органларининг ишлаши вақтида, шунингдек божхона назорати зоналарида жойлашган объектларда қўлланилади. Бу эса йуловчилар юқини назорат қилишда текшириш техникаси сифатида кенг қўлланилиши учун бир имкониятдир.

Божхона органларида рентген найларида асосланган генератор нурланиш сифатида энг кўп ишлатиладиган сунъий рентген манбаи ҳисобланади. У фақат қувват ёқилгандагина нурни генерациялайди. Қувват ўчирилган эса, бундай генераторлар ходимлари учун мутлақо хавфсиздир булиб, йуловчилар юкларини текшириш учун ишлатиладиган кенг текшириш технологиялардан бири булиб ҳисобланади.

Ҳозирги вақтда текшириш қурилмаларида кенг қўлланиладиган асосий технология - бу объектларга сингиб борувчи нурланиш таъсирида тасвирларни олиш технологиясидир.

Асосий нурланиш (фотонлар) нинг экспоненциал сунишида радиацион тасвирларни олишда технологияси қуйидагича:

текширилаётган объектнинг нурланишдаги чакнашида объектнинг бир томонида жойлашган радиацион манба кулланилади;

Текширилаётган объект орқали ўтадиган нурланиш, рақамли чиқиш сигналларига айлантирадиган қурилмада қабул қилинади, тасвирларни олиш учун компьютерга узатилаётган проекцион маълумотлар қаторига бирлаштирилган, тасвирни олиш учун компьютерга юбориладиган проекцион маълумотлар массивини бирлаштиради, бироқ компьютер тупланган маълумотларни қайта ишлайди, синтезлайди еки реконструкциялайди ва уни номоев қилади.

Хозирги кунда бир қатор мамлакатларда радиографик текширув қурилмалари кенг қўлланилади. Ушбу қурилмалар жамоат жойларида аэропортлар, автовокзаллар, божхона терминаллари ва портлар кенг қўлланилади. Бироқ, рентгенологик текшириш мосламаларининг ноқулайлигини бартараф этиб булмайдими, яъни манба нурини объектдан утиш йуналишидаги тасвирини радиографик текширув ускуналари ёрдамида текшириш самарадорлиги етарлича юқори эмаслигидир.

Материални аниқлаш учун энергиянинг иккита даражасининг физик принципи шундан иборатки, турли хил энергик даражаларига эга бўлган иккита рентген нурлари ягона объект билан ўзаро таъсирлашганда иккита нурнинг фотон энергиясининг энергетик даражаси бир-биридан фарқланганлиги учун уларнинг объект билан ўзаро таъсири ҳам фарқ мавжуд бўлади. Бундай фарқ умумий ҳолда сигналнинг сусайиш коэффициентиди сезилади.

Хулоса қилиб айтганда объектни текшириш мақсадида юқори ва паст энергияли диапазонларда рентген нурларини кетма-кет жойлаштирилишида қуйидагича жиддий бир нуқсон пайдо бўлади, яъни маълум частота кетма-кетлигида шаклланган 2 та энергия қийматига эга булган рентген нурлари, ҳар қандай нурнинг шаклланиши орасидаги муайян вақт оралиғини ўз ичига олади. Текширилаётган объект ҳар доим маълум бир тезлик билан ҳаракат қилади ва шунинг учун юқори энергия ва паст энергия даражаларига эга

бўлган рентген нурланишининг шаклланиш моментлари орасидаги вақт оралиғида муайян масофани босиб ўтади. Шунинг учун, объект текширилганда (масалан, юк, сигим ва бошқалар), рентген нурланишининг икки тури ва объект ўртасидаги ўзаро муносабатлар мутлақо бир хил эмас. Бу идентификациялаш аниқлигига, айниқса текширилаётган объектнинг чегараларида салбий таъсир кўрсатмоқда, бу эрда иккита энергия даражасига эга бўлган нурлар турли хил объектлар билан ўзаро таъсир қилиши мумкин ва натижада нотўғри идентификация натижаси берилади. Бундан ташқари, турли хил энергия даражаларига эга бўлган ва объектнинг турли позициялари билан ўзаро алоқада бўлган нурлар туфайли хатони тузатиш учун, маълум усулга кўра, текширилаётган объектнинг ҳаракатини секинлаштириш керак. Текшириш ускуналарида истиқболли расмларни олиш тобора муҳим аҳамият касб этмоқда.

Функционал-мақсадга қараб божхона назоратининг машхур техник воситалари таснифи 5 синфга бўлинади, улардан биттаси турли хил божхона назорати объектларини масофавий тезкор-техник инспекцияси билан боғлиқ бўлиб, улар ёрдамида интроскопия ўтказилади (объектларни визуал ёки модданинг ношаффоф муҳитдаги ношаффоф жисмининг ички оптик жараени кузатиш), объектнинг инспекцион текширув комплекси (кейинчалик ИТК) стратегик аҳамиятга эга бўлган хом ашёнинг айрим турларининг ҳажмини (миқдорини) узоқдан кузатиб бориш ва улар орасида юзага келиши мумкин бўлган божхона ҳуқуқбузарликларини узоқдан аниқлаш мумкин (бундан буён матнда БХБ деб юритилади) [22].

4.2. Божхонада ишида табиий ва сунъий рентген нурланиш манбаларидан фойдаланилади.

Табиий манбалар қувват манбаини талаб қилмайди, улар доимий равишда рентген нурларини ҳеч қандай мажбурланишларсиз чиқарадилар ва уларни ўчириб бўлмайди, улардан кўчма қурилмаларда фойдаланиш мумкин. Бироқ, табиий манбалар доимий равишда нурланиб турганлиги сабабли, улардан

одам нурланишдаги зарарли таъсирдан ҳимоя қилиш масаласи анча мураккабдир. Шунинг учун бундай манбалар доимо махсус ҳимоя контейнерларда жойлаштирилади. Табиий нурланиш манбаига эга булган қурилмалар орқали юкларни текшириш, металл ва бошқа тузилмалардаги бўшлиқларни, модданинг кимёвий таркибини аниқлаш ва ҳ.к. учун ишлатилади.

Ҳозирги вақтда божхонада асосан рентген нурланишини шакллантириш учун икки хил сунъий нурланиш манбалари қўлланилади: чизиқли электрон тезлатгичлар ва рентген найчалари. Биринчиси қалин ва зич нарсалардан еритилиши керак бўлганда қўлланилади. Хусусан, улар стационар инспекцион-текширув комплексларида қўлланилади.

Энг кўп ишлатиладиган сунъий рентген манбаи бу рентген найча асосидаги генератордир. У фақат кувват ёқилгандагина нурланишни генерациялайди. Қувват ўчирилган ҳолда эса, бундай генераторлар ходимлар хизмати учун мутлақо хавфсиздир. Бу ҳолат эса йуловчилар юкларини назорати учун ишлатиладиган текшириш техникасида кенг қўлланилишнинг асосий сабабларидан биридир.

Ҳозирги кунда бир қатор мамлакатларда радиографик текшириш тизимлари кенг қўлланилади. Улар аэропортлар, автовокзаллар, божхона терминаллари ва портлар каби жамоат жойларида кенг қўлланилади.

Бирок радиографик текширув мосламаларида объектларнинг нурланиш йуналиши бўйича бир-бирининг устига тушган тасвирлар билан боғлиқ бўлган ноқулайликни бартараф этиш мумкин эмас ва шунинг учун радиографик текшириш мосламалари ёрдамида текшириш самарадорлиги этарлича юқори эмас. Текшириш технологиясини ривожлантиришнинг истиқболли йуналиши наносекундли нейтрон таҳлил қилиш усулидан фойдаланиш ҳисобланади. Оммабоп "нейтрон-гамма" таҳлил усулининг асосий ғояси шубҳали объектни нейтронлар билан нурлантириш ва объект материалида нейтронлар ҳосил қилган нурланишнинг иккинчи даражали палитрасини ўлчашдир. Материал билан икки хил энергия даражаси эга бўлган рентген текширув тизим

таъсирининг физик принципи шундан иборатки, турли хил энергия даражаларига эга бўлган иккита рентген нурлари бир объект билан ўзаро таъсирлашганда ва иккита нурнинг фотон энергия даражаси бир-биридан фарк қилганда турлича таъсир килишидадир. Умуман бундай фарк сусайиш коэффициентини сигналидаги фарқ билан ифодаланади. Бироқ, объектни текшириш учун навбатма-навбат юқори ва кам энергияли спектрларга эга бўлган рентген нурлари пайдо бўлганда, жиддий камчилик юзага келади, бу куйидагича: икки энергия сатҳига эга бўлган рентген нурлари маълум частотада ҳосил бўлиши, ҳар бир нурланиш шаклланиши ўртасида маълум вақт оралиғига эгалигидир.

Текширилаётган объект ҳар доим маълум бир тезлик билан ҳаракат қилади ва шунинг учун юқори ва паст энергия даражаларига эга бўлган рентген нурланишининг шаклланиш моментлари орасидаги вақт оралиғида муайян масофани босиб ўтади. Ваҳоланки, объект текширилганда (масалан, юк, сизим ва бошқалар), рентген нурланишининг икки тури ва объект ўртасидаги ўзаро муносабатлар мутлақо бир хил булмайди. Бу идентификация аниқлигига, айниқса урганилаётган объектнинг чегара қисмларига салбий таъсир кўрсатмоқда, бу ерда иккита энергия даражаси эга бўлган нурлар турли хил объектлар билан ўзаро таъсирлашади ва натижада нотўғри идентификация натижаси олинади. Бундан ташқари, турли хил энергия даражаларига эга бўлган ва объектнинг турли позициялари билан ўзаро алоқада бўлган нурлар туфайли хатони тузатиш учун, маълум усулга кўра, урганилалаётган объектнинг ҳаракатини секинлаштириш керак. Текшириш ускуналарида истиқболли расмларни олиш тобора муҳим аҳамият касб этмоқда. Текширилаётган объектларнинг истиқболли тасвирларини олиш тизимларининг энг катта камчилиги бу объектларнинг нурлари йуналиши бўйича бир-бирининг устига тушган расмларни ва уч ўлчовли тасвирларни олишнинг иложи йуклигидир.

Рентген техникасини таснифлаш: Таснифлаш мисолидан фойдаланиб, тескари қайтиш асосида рентген текширувини кўриб чиқамиз. Кайтиб

таркалиш асосидаги рентген сканери – рентген нурларининг кайтиб таркалиш эффектидан фойдаланадиган хавфсизлик сканеридир. Агар тешширув кўп вақт талаб қиладиган бўлса, ушбу технология бир неча дақиқада инсон танасида қурол, гиёҳванд ёки портловчи моддаларнинг мавжудлигини аниқлашга имкон беради.

Ушбу технология ҳатто баъзи аэропортларда одамлар учун ишлатилади. Олинган расмда камроқ зич моддалар (одам териси) оқишроқ, зич (қурол) эса қоронғи рангда булади. Икки айланувчи ярим квадратли цилиндрсимон идишни ўхшаш миллиметр тўлқинли сканерлардан фарқли ўлароқ, улар уч ўлчовли эмас, балки икки ўлчовли тасвирни яратадилар. Битта сканерлаш учун учта расмни олиш мумкин: кайтиб таркалиш ёрдамида яратилган иккита расм ва сохта шаффоф турдаги битта расмни фақат бир томонлама ва икки томонлама сканерлар ёрдамида олиш мумкин. Юқларни текшириш учун янги рентген сканерлари узатиш тасвирига қўшимча равишда кайта таркалиш эвазига тасвирлар ишлатиш мумкин. Бу органик моддаларни аниқлаш эҳтимолини оширади: гиёҳванд, портловчи моддалар, керамик қуролларни. Шунга ўхшаш катта ўлчамли сканерлар автотранспорт текширувини ўтказишга мўлжалланган. Хавфсизлик нуқтаи назаридан ҳар бир аэропортда ҳам сканерлар ўрнатилади. Ишлаб чиқарувчилар, аслида, сканерлар умуман зарарсиздир дейди. Эҳтимол микротўлқинли сканерни мобил телефондан олинган радиация билан таққослаш мумкин ва рентген сканерини эса самолётда 2 дақиқа парвоз қилиш билан бир хил нурланишни беради. Шунга ўхшаш ишончли маълумотларга карамай аэропортларда рентген сканери камроқ қўлланилади - болалар ва ҳомиладор аёллар у орқали ўтказилмайди. Ҳаттоки микротўлқинли ва рентген сканерлардан саломатликни химоялаш бўйича ҳам катта тадқиқотлар ўтказилмаган.

Рентген нурларининг кайтиш таркалиши эффектидан фойдаланадиган рентген сканерлари одамларни, масалан, рейсларнинг йуловчиларини текширувида ишлатилиши мумкин. Бундай сканерларда рентген нурланишининг куввати сезиларли даражада камайтирилган (сканерлаш

пайтида олинган доз 5 микрорентгендан ошмайди), чунки нурларнинг танадан ўтиши талаб этилмайди. Сезувчан қабул қилгичлар танада акс этирилган нурларни аниқлайди, кийим остида зич нарсаларни акс этиради. Рентген нурли сканерлар иккита узун шкафага қуринишида булиб, уртасида йуловчи тик туриши таъминланади. Рентгено-телевизорли ва сканерли тизимлар. Ушбу турдаги техник восита текшириш учун энг қулай деб ҳисобланади. Бу рентген манбаси ва мониторинг фазода тарқалиши натижасида оператор учун хавфсизроқ ва қулай иш шароитларини таъминлайди, шунингдек, божхона кузатувидаги рентген нурланиш тасвирларни ёзиб олиш ва видео маълумотларини компьютерда қайта ишлаш учун замонавий рақамли воситалардан фойдаланишга имконини беради.

4.3. Божхонада объектларни текширувида рентген технологияларини қулланилиши

Божхона мақсадлари учун объектларни еритиш учун рентген технологиясидан фойдаланиш: Тизим томонидан объект орқали ўтаётган ёки объектдан қайтиб тарқалаётган рентген нурларини регистрациялаш системаси боғлиқ ҳолда, сканерлаш тизимлари узатиладиган нурланишни кўрсатадиган тизимларга, қайтиб тарқалаётган нурланиш индекция системасига ва комбинацияланган индикаторли а системаларга бўлинади.

Бугунги кунда турли хил мураккабликдаги ва ишлаш принципидаги кўплаб шахсий текширув системалари мавжуд, улар орасида рентген нурланишидан фойдаланишга асосланган рақамли сканерлаш тизимлари ўзларининг қобилиятлари ва самарадорлиги билан ажралиб туради.

Стационар ускуна: а) кўчма; б) рентген-телевизионли.

Сканерлаш рентген-телевизион системалари энг муҳим маълумот турларидан бири ҳисобланади. Сканерлаш тизимларининг ишлаши ингичка рентген нурлари ёки нурлар манбаи билан текшириладиган объектни кетма-кет нурлантириш (сканерлаш) ва кўп элементли рентген-сезувчи детектори ёрдамида нурланишни рўйхатдан ўтказишдан иборат.

Божхона назорати объектларни еритиш турларига қараб, назорат

рентген техникаларини (НРТ) 6 асосий гуруҳга бўлиш мумкин:

1. Айрим буюмларни чуқур назорат қилиш учун НРТ;
2. Халқаро почта жунатмаларини назорат қилиш учун НРТ;
3. Йуловчилар ва транспортли ходимларнинг қўл юки ва юкларининг таркибини назорат қилиш учун НРТ;
4. Ўрта ўлчамдаги юк пакетларининг таркибини назорати учун НРТ;
5. Катта ўлчамдаги юкларни (контейнерларни) ва транспорт воситаларини бошқариш учун НРТ: стационар рентген текшируви тизимлари, кучма рентген текшируви тизимлари, шунингдек, автоуловли шассига ўрнатилган оғир транспорт воситаларини (шу жумладан контейнер ташувчиларни) кузатиб борадиган кўчма рентген текшируви тизимлари.
6. Оператив (майдонли) шароитида объектларни, багаж ва ўрта ўлчамдаги юкларни, шунингдек транспорт воситаларининг алоҳида қисмларини еритиш учун НРТ.

Конструкцияни ва ишлаш принципларини ривожлантириш нуқтаи назаридан божхона кўригидан ўтказиш учун рентген техникаси қуйидагича таснифлаш мумкин:

1. Стационар флюороскопик (проекцион) қурилмалар. Булар "Флюорекс", "Шмель-ТВС" ва бошқалар.
2. Оператив (майдонли) шароитида ишлаш учун флюороскопик қурилмалар. Бу "Заслон", "Шмель 240/ТВ", "Колибри" ва бошқалар.
3. Рентген-нурларининг шамол-форма манбали сканер тизимлар. Булар "Текширувчи-2" " Hi-scan 6040", " Fi-scan 5170", " HCV-RSV 2500", " HCV-Mobile " ва бошқалар.
4. Булар орасида икки сканерли тизимни ажратиш мумкин, яъни сканерлаш натижасида объектнинг иккита тасвирини олиш мумкин. Булар "Контроль-2", " HCV-5000" ва бошқалар.
5. Ингичка ("югурувчан") манбали рентген нурлари. Булар "101ZZ", " MobileSearch" ва бошқалар.

Божхона хизматининг амалиетида тарқалган, у ёки бу даражада таникли

булган классификацияси юкори сифатли рентген тизимлар маркаси.

Назоратий рентген техникасини ишлаб чиқарадиган фирмалар Россия, АҚШ, Германия, Англия, Франция, Хитой, Япония ва бошқа мамлакатлардир.

Божхонада шахсий текшириш учун "КОНТУР" рақамли рентгенографик сканери мавжуд бўлиб, у хавфли ва тақиқланган нарсаларни аниқлашга мўлжалланган:

- кийим остида яширилган портловчи, ўқотар қуроллар, электрон мосламаларни;

- кийим остида яширилган - пластик портловчи моддалар, контейнерлардаги гиёҳванд моддалар, керамикадан ясалган ўқотар, совук қурол ва бошқаларни;

- контейнерлардаги гиёҳванд, портловчи, кимёвий ва биологик моддалар, инсоннинг табиий бўшлиқларда яширинган еки ютилган қимматбаҳо тошлар ва металлларни; КОНТУР қўлланилиши мумкин:

- оммавий йуловчиларни ташишни таъминлашда;
- қамоқхоналарда шахсий теширувга алтернатив сифатида;
- чегараларда божхона кўригида контрабандани аниқлашда;
- ўғирликни олдини олиш учун олмос тегирмонларида шахталар ва фабрикаларда;
- ўғирликни олдини олиш учун олмос, қимматбаҳо тошлар ва металллар, ноёб тупроқ элементлар концентратларини ишлов бериш ва қайта ишлаш устахоналарида;
- ута мухим шахсларнинг хавфсизлигини таъминлаш.

Радиациявий хавфсизлик нуқтаи назаридан Контур рақамли рентгенографик сканер "Аҳолининг радиацион хавфсизлиги"га жавоб беради.

Бир текширувда (сканерлашда) одамнинг нурланиш дозаси 2 мкЗв (микрозиверт) дан ошмайди. Таққослаш учун, одатдаги нурланиш дозаси космик нурланиши, парвоз қилаётган одамнинг нурланиши билан бир хилдир. Яъни, одам сканерлаш рентген тизимида таъсиридаги нурланиш табиий

радиацион нурланиш фонида аҳамиятсиздир. Инсоннинг умумий нурланишида куёшда туриш ёки самолётдаги бирон бир парвоз қилиш ката аҳамият кўрсатади.

Текширувдан 2 м дан ортиқ масофада ишлайдиган жойдан ташқарида, рентген нурланиш даражаси фон маъносидан юқори эмас ва атрофдагилар учун деярли ҳеч қандай хавф туғдирмайди. Бу эса сканерлаш тизимини одамлар гавжум жойларда, масалан, аэропортларда юкларни текшириш тизими яқинида жойлаштириш имконини беради.

Рентгенографик сканер Контур тўртта модификацияда ишлаб чиқарилади:

- гавжум жойларда жамоат назорати учун;
- жамоа гавжум бўлмаган жойларда, яъни текшириш тизими қурилиш тузилмаларининг элементларига ўрнатилганда ва яширин фойдаланишга қаратилган бўлганда;
- баландлиги 2,5 м дан ошмайдиган кичик транспорт воситаларида ноқонуний муҳожирларни, контрабанда, қурол, гиёҳванд моддалар ва бошқаларни, автоуловлар ва микроавтобусларнинг бўшлиқларида яширинган моддалар текшируви учун;
- қисқа вақтига ичида очиш ва йиғишга эга бўлган мобил тизимни янги текшириш жойига оператив жойлаштириш.

Назорат саволлари:

1. Рентген нурлари намуналарга қандай таъсир этади?
2. Рентген нурунинг сингиш хусусияти намуналарнинг қандай хусусиятига боғлиқ?
3. Рентген нурунинг қайси қобилияти таъсирида олинган тасвир модданинг табиати ҳақидаги аниқликни беради?
4. Рентген нуридан қандай химояланиш мумкин?
5. Божхона назорати техник воситалари тушунчаси деганда нимани?
6. Божхона назоратининг техник воситалари қандай турларга бўлинади?

7. Инстрoскопик ускуналар билан ишлайдиган ходимлар нималарни билиши шарт?
8. Рентген нурунинг табиий манбалари кандай хусусиятларга эга?
9. Сканерлаш рентген-телевизион системалари божхона ишида нималардан бири деб хисобланади?
10. Божхона ишидаги "КОНТУР" рақамли рентгенографик сканери намаларни аниқлашга мўлжалланган?

5-мавзу: Божхона соҳасида қўлланиладиган рентген қурилмаларининг радиацион назорати

Режа:

1. Биринчи тур - багаж ва юк қуриғи учун рентген қурилмаларининг ишлаш принципи
2. Иккинчи тур - багаж ва юк қуриғи учун рентген қурилмаларининг ишлаш принципи
3. Рухсат этилган дозалар гуруҳи

Калит сузлар: радиацион хавф, ионлаштирувчи нурланиш, техноген манба, сканерлаш, А ва Б гуруҳлари, зиверт, микрозиверт, доза, электронвольт, килоэлектронвольт, генерация, фотоядро реакцияси, радиацион активлик.

5.1. Биринчи тур - багаж ва юк қуриғи учун рентген қурилмаларининг ишлаш принципи

Багаж ва юк қуриғи учун рентген қурилмалари – (БЮКРК) биринчи ва иккинчи турларга эга бўлиб, улар турли хил объектларнинг ички таркибини бузмасдан ташқи тарафдан радиацион назоратини ўтказиш учун мўлжаллангандир.

БЮКРК - ходимлар ва аҳоли саломатлиғи учун потенциал радиацион хавф туғдирадиган ионлаштирувчи нурланишнинг техноген манбаидан иборатдир.

1-турдаги БЮКРКнинг ишлаш принципи: назорат камерасида рентген нурларининг ингичка елпиғич-шаклли манбаи орқали назорат объектини транспортдаги ҳаракати орқали сканерлашга асосланган.

Назорат камераси рентген нурланишини мақбул даражагача кучсизлантириб бера оладиган қўрғошинли химоя билан ўралган.

Назорат камерасининг кириш ва чиқиши жойи объектидан тарқаладиган нурланишни мақбул даражагача кучсизлантириш учун, вертикал осма йулакли қўрғошин материали эластик химоя пардалари билан ёпилган. Назорат

камерасидан нормал иш шароитида манбадан рентген нурларининг тўғридан-тўғри атрофга эксплуатацияланиши мумкин эмас.

БЮКРК 1 турида тасвирни бир канча проекцияларини хосил қилиш учун бита еки бир нечта рентген найчалари иштирок этади.

5.2. Иккинчи тур - багаж ва юк кўриги учун рентген қурилмаларининг ишлаш принципи

БЮКРК 2 турининг ишлаш принципи: назорат камерасида жойлаштирилган объектни кенг рентген манбаининг нурлари билан еритиб текшириш учун асосланган.

Назорат камераси - мақбул даражагача рентген нурланишини кучланишини таъминлайдиган текис қўрғошинли химояга эга бўлган, текширилувчи объектни ўрнатиш ва олиб ташлаш учун мулжалланган очилувчи эшикли шкафдан ташкил топган.

Оддий иш шароитида одамнинг тўғри рентген нурининг манбаидан нурланиши мумкин эмас. Назорат камераси эшиги очик бўлганда рентген нурларининг генерацияланишига тўсқинлик қиладиган кулфланиш имкониятига эга.

Рухсат этилган дозалар гуруҳи

БЮКРК операторлари, техноген манбалар билан ишлайдиган шахслар сифатида, А гуруҳининг ходимлари деб таснифланиши керак.

Белгиланган дозаларга мувофиқ, одамларнинг доимий яшаш жойларида рухсат этилган дозалар:

А гуруҳи - 10 мкЗв/соат - ходимларининг доимий булиш жойлари;

Б гуруҳи - 2,5 мкЗв/соат - ходимларининг доимий булиш жойларида;

0,5 мкЗв/соат - А ёки Б гуруҳлари таркибига кирмайдиган ходимларининг доимий иш жойларида.

1-ва 2-чи турдаги БЮКРКнинг ташқи юзаларидан 10 см масофада жойлашган исталган нуктасидаги рентген нурланиш дозасининг рухсат

этилган қиймати $2,5 \text{ мкЗв/с}$ ни ташкил қилади. 1-ва 2-чи турдаги БЮКРКнинг ионлаштирувчи нурланиш манбаи сифатида ионлашган нурланиш манбаини генерацияловчи, яъни фақат кучланиш таъминотини улангандан сўнг радиоактив моддалар манбаи булмаган ионлашган нурланишни генерацияловчи, рентген найчалари ишлатилади. Эркин ҳолатга БЮКРК ташиш ва сақлаш пайтида радиациявий хавф туғдирмайди. БЮКРК-да ишлатиладиган рентген найчалари фотоннинг максимал энергияси 500 кэВ дан ошмайдиган нурланишни генерациялайди. Бундай энергияда фотоядро реакциялари имконсиз ва текширилаётган объект, атроф-муҳит ва БЮКРК тузилмаларида радиацион активлик пайдо бўлиши истиснодир.

Назорат саволлари:

1. Божхона соҳасида БЮКРК кискартмаси нимани англатади?
2. Багаж ва юк куриги учун ишлатиладиган рентген курилмалари нимага мулжалланган?
3. Багаж ва юк куриги учун ишлатиладиган рентген курилмалари қандак нурланишнинг техноген манбаидан иборат?
4. Биринчи тур - багаж ва юк куриги учун ишлатиладиган рентген курилмаларининг ишлаш принципи нимага асосланган?
5. Назорат камераси рентген нурланишини мақбул даражагача кучсизлантириб бера оладиган қандай химоя билан уралган?
6. Иккинчи тур - багаж ва юк куриги учун ишлатиладиган рентген курилмаларининг ишлаш принципи нимага асосланган?
7. Назорат камераси нималардн ташкил топган?
8. Багаж ва юк куриги учун рентген курилмалари операторлари қайси грух ходимларига киради?
9. А грухига мансуб ходимларнинг доимий иш жойидаги чегараланган дозаси нечига тенг?

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1-амалий машғулот: «Рентген нурлари тиббиётда»

Ишнинг мақсади: Рентген найчаларини яратилиш тарихи, бармоқ ва суяклар тасвирини фотокадрда ҳосил булишини кузатилиши, 1970-йилларда КТ-сканерлар – рентген ва компьютер томографларининг пайдо бўлиши, рентген нурларини одам танасидаги салбий таъсирлари.

Рентген найчаси электрон-нур найчасининг бир туридир.

Услубий ва моддий таъминот:

- * услубий кўрсатмалар;
- * тарихий ва замонавий рентген найчалари;

Вазифани белгилаш

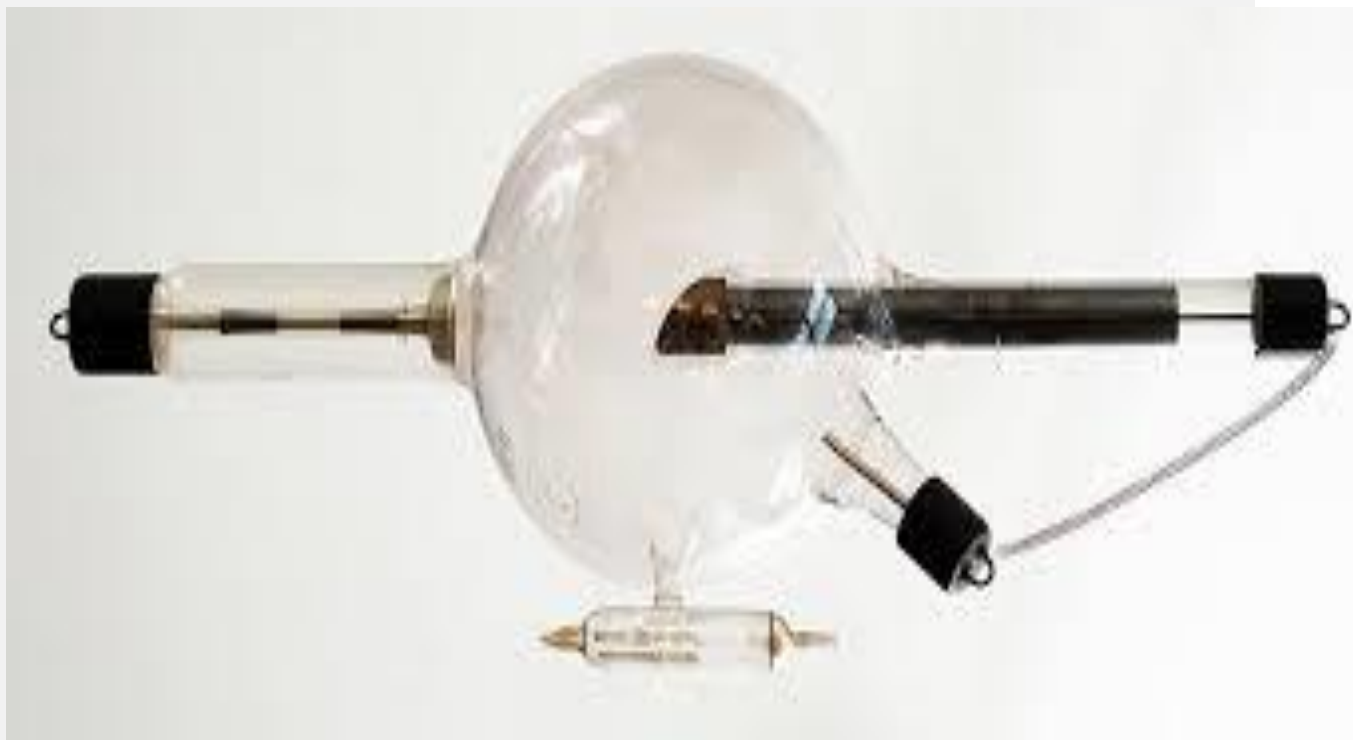
Вазифа 1. - Рентген найчасининг яратилиш тарихи

Рентген нурларининг қаттиқ жисмлардан, масалан, одам мускулларидан ҳам ўта олиши, уларнинг тиббиётдаги беназир дастёрга айланишларига сабабчи бўлди. Рентген нурлари, мижоз организмда нималар содир бўлаётганлигини аниқлашга ёрдам беради.

Рентген нурлари 1895-йилда Вюртсбург университетининг олмон олими Вилгелм Конрад Рентген (1845-1923) томонидан кашф этилган.

Бу нурлар ҳам, кўзга кўринмайдиган нурлар: гамма-нурланишлари, радиотўлқинлар, микротўлқинлар, инфрақизил, ултрабинафша нурланишлар сингари, электромагнит спектрининг бир тури ҳисобланади. Рентген нурининг кашф этилишига тасодиф сабабчи бўлган, Конрад Рентген катод нурларини таркатувчи электрон-нур трубкаси билан тажрибалар олиб борган. Бир сафар, трубка зич ва қоп-қора қалин қоғозли ғилоф билан беркитилган ҳолатда тасодифан электрни улаб юборади ва яқин орада жойлашган платиносианистик барийнинг кристаллари яшил рангда товлана бошлаганини пайқаб қолади. Рентген трубкани ўчириши биланоқ, товланиш тўхтаганини куриб, кайтадан ёқса, кристаллар яна ёришиб, товлана бошлайди. Текширишларни давом этириб, Рентген аввалари маълум бўлмаган нурланиш

тури билан тўқнаш келганини фаҳмлайди. У катод нурлари, электрон-нур трубканинг ичида қандайдир тўсиққа дуч келаётган бўлса керак деб ўйлаган.



1-Расм. Рентген найчаси

Қайд этилган янгича турдаги нурланишнинг интенсив оқимини олиш учун Рентген, катод нурланишлари электрон нур найиининг конструкциясига ўзгартиришлар киритади. Шу туфайли, бундай янгича най Рентген найи деб номланишни олди.

Янги нурларнинг ғаройиб хусусиятлари кўзга ташланар эди: улар шаффоф бўлмаган тўсиқларлардан (масалан ўша қалин қора қоғозли ғилофдан) бемалол ўтиши, бироқ кўрғошин пластинкалардан эса ўта олмаслиги аникланди.

Тажрибаларнинг бирида Рентген ҳайратланарли натижани қайд этди. У одатий ёруғлик нурлари ёрдамида олинадиган фотокадрнинг янги нурлар билан ҳам олиш имконияти мавжудми ёки йўқми, текшириб кўрмоқчи бўлди ва фотопластинка устига турмуш ўртоғининг қўлини қўйиб кўришини илтомос қилди. Рентгенлар оиласининг жиддий ҳайратига сабаб бўлибган, фотопластинкада қафт ва бармоқларнинг эмас, балки қафт ва бармоқ

суякларининг тасвири пайдо бўлди. Бармоқларнинг биридаги никоҳ узуги ҳам шундоққина кўзга ташланиб турарди.

Рентгеннинг ўзи бу нурларни X-нурлар деб атади. Кейинроқ уларни Рентген нурлари деб атай бошлашди.

Вазифа-2. Рентген нурларининг тиббиётда қулланилиш тарихи:

1898-йилда рентген нурларини биринчи марта тиббий мақсадларда фойдаланишга киришилди. Ҳаракатдаги Британия армияси учун махсус Рентген найчаси билан жиҳозланган ташхис аппарати лойиҳаланди ва аскарларни жароҳатланган қисмларини текшириш учун олим Уилям Кулидж Рентген найнинг катодини волфрам толалари билан таъминлаб, рентген найини янада такомиллаштирилишига ўз хиссасини қўшди. Бунинг натижасида яна ҳам сифатли ва тиниқроқ тасвир олиш имконияти пайдо бўлди. Кейинчалик ҳам олимлар ва муҳандислар, ҳамда, тиббиёт мутахассислари умумий изланишлар орқали рентген нурларининг самарадорлигини ошириш, уларнинг беморлар ва докторларга салбий таъсирларини камайтириш борасида муттасил изланишлар олиб бордилар, шу билан бир каторда бу нурлар ҳарбий полигонларда ҳам кенг қўлланила бошланди.

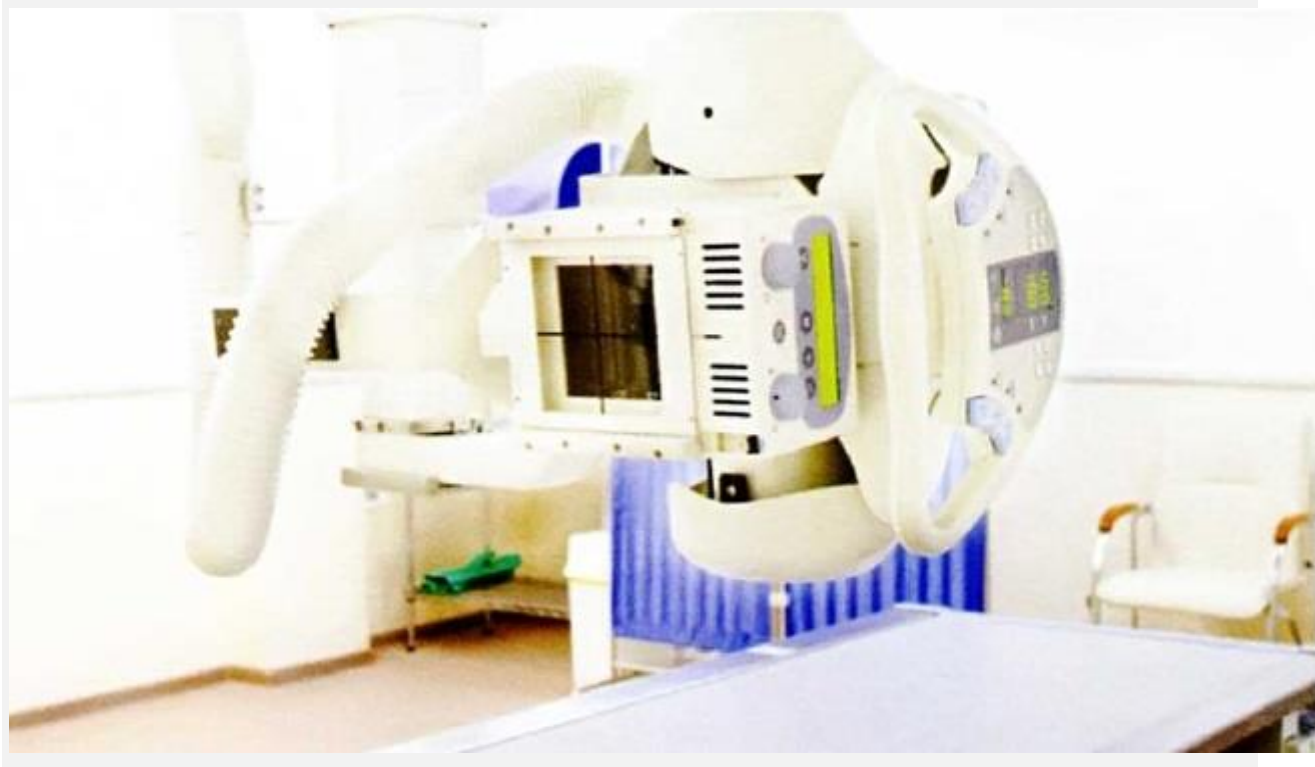
1901-йилда Вилгелм Конрад Рентген ўз кашфиёти учун Физика соҳасидаги Нобел мукофотига сазовор бўлди. Шунини алоҳида таъкидлаш керакки, бу физика соҳаси учун таъсис этилган биринчи Нобел мукофоти эди. Бир қанча муддатдан кейин рентген найчаси такомиллаштирила бошланди.

Ҳозирги кунда ҳам Рентген аппаратлари ташхис ва даволаш масалаларида ўз долзарблигини йўқотмаган. Айниқса ўпка касалликлари, суяк синишлари ва тиш касалликларини ташхис қўйишда Рентген диагностикасига етадиган восита йук. 1970- йиллардаёқ КТ-сканерлар – рентген ва компютер томографларининг пайдо бўлди. Бу усулнинг моҳияти шунда эдики, одам организмидаги турли хил тўқималар, рентген нурларини турлича ўтказди.

Шу сабабли, ҳар хил органларнинг рентген тасвирларини олиш учун компютерда мураккаб қайта ишлаш жараёнлари бажарилади. КТ сканерланган

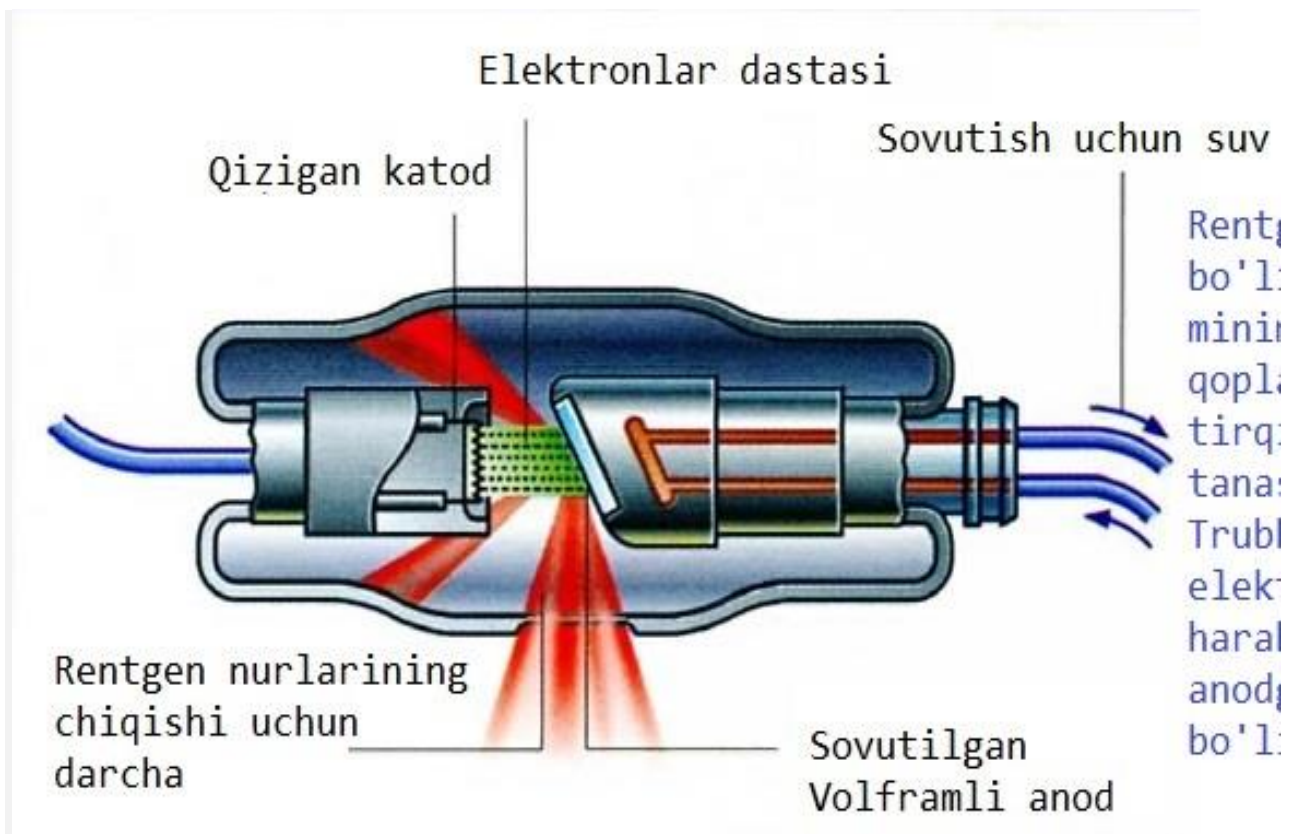
органнинг турли қалинликдаги тўқималари қатламлар бўйича алоҳида алоҳида тасвирга туширилади ва улар кейинги қайта ишлаш жараёнида компютердаги махсус дастур орқали ягона ва яхлит орган тасвирига қайта бирлаштирилади.

Лекин, рентген нурларидан фойдаланишнинг салбий тарафлари ҳам мавжуд: Улар одам организмига тушгач, тўқималар фаолиятига салбий таъсир кўрсатиши ва саратон касалликларини келиб чиқишига сабабчи бўлиши хавфи мавжуд.



2-Расм. Замонавий рентген аппарати

Шу сабабли, организмнинг рентген текширувлари оралиқ масофасини сақлаш врачлар томонидан доимий ва жиддий назорат қилинади.



3-Расм Замонавий рентген найчаси

Рентген найчаси электрон-нур найчасининг бир тури булиб, у радиациянинг акс таъсирларини минималлаштириш мақсадида атрофлама тулик металл коплан билан коплангандир. Унда фақат кичик тиркиш булиб, у орқали рентген нурлари мижоз танасининг текширилаётган қисимга юборилади. Трубканинг ичига кучли қувватга эга электр токи, электронларни мусбат анод ва манфий катод орасида ҳаракатланишига мажбур қилади. Электронларнинг анодга таъсири рентген нурланишнинг пайдо булишига олиб келади.

Назорат учун саволлар:

1. Рентген нури қачон қим томонидан қашф этилган ?
2. Рентген нурлари қандай мақсадларда тиббиётда қулланилади?
3. Рентген нурлари қандака пластинкалардан ута олмайди?
4. Рентген узи қашф қилган нурларни қандай нурлар деб атади?

5. Нечинчи йил биринчи маротаба рентген нурлари тиббий мақсадларда фойдаланила бошланди?
6. Биринчи нобел мукофоти таъсисчиси ким ва у нечинчи йил тақдирланган?
7. Нима учун рентген найчаси метал коплам билан копланган?

2-амалий машғулот: «Кенотрон, рентген трубкасининг ишлаш принципи»

Ишнинг мақсади: Кенотрон ва рентген найчаларининг ишлаш принципи билан танишиш. Катод нурларининг кинетик энергиялари иссиқлик энергияси ва рентген нурларига айланиши.

Услубий ва моддий таъминот:

- * услубий кўрсатмалар;
- * кенотронинг ишлаш принципи
- * рентген найчасининг тузилиши
- * рентген нурларининг табиати;

Вазифан и белгилаш

1. Кенатроннинг тузилиши

Кенотрон хавосиз (вакуум) шиша колбага ухшайди. Унинг ичида, икки томонида электрод жойлашган булиб, бири - катод, иккинчиси - анод. Катод ичкари томони гилдиракка ухшаш пластинка булиб, унинг орасида вольфрам сими бор. Катод уртада жойлашган устунга маҳкамланган. Унинг ташки қисми пасайтирувчи ва юкори кучланишли трансформаторлар билан боғланган. Анод ичкари томони юмалок, вольфрамдан ёки молибдендан ишланган пластинка булиб, таксимчага ухшайди ва уртадаги устунга маҳкамланган, устун эса аноднинг колбага кириш қисмига калайланган булади. Аноднинг сиртки қисми рентген трубканинг электр системаси билан боғланган. Юкори кучланишли

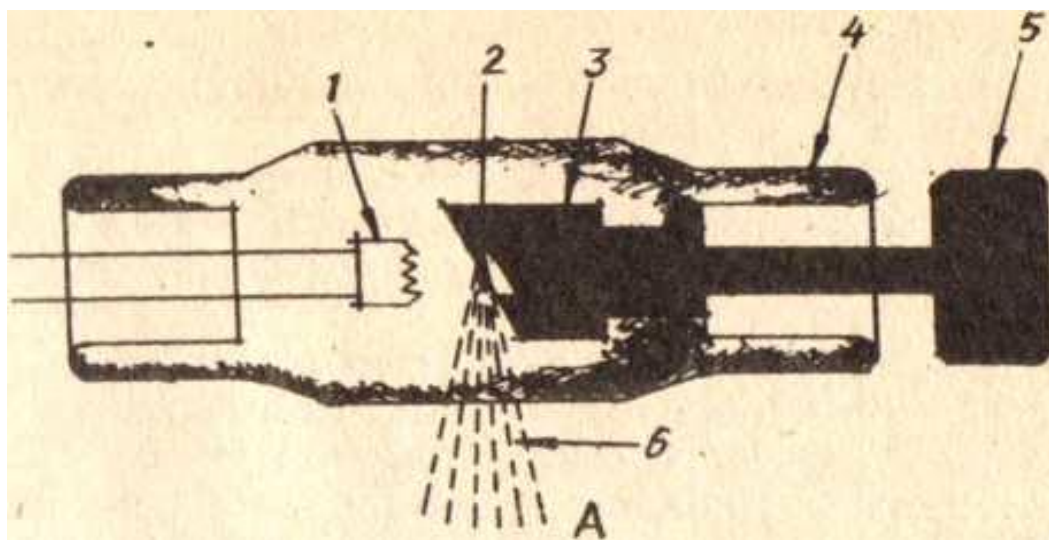
доимий ток юкори кучланишли ток утказадиган кабель оркали рентген найчасига берилади. Кенотрон юкори кучланишли трансформатор ичидаги мойда совутилади.

2. Рентген найчасининг ишлаш принципи.

Рентген найчаси - электр вакуум булиб, унда юкори кучланишли катод нурлари рентген нурларига айланади. Бунинг учун катод нурлари (электронлар) га катта тезлик берилади, сунгра улар анод юзига урилиши учун кескин равишда тухтатилади. Катод нурларининг урилиши пайтида уларнинг кинетик энергиялари иссиклик энергияси ва рентген нурларига айланади.

Рентген найчасининг урта кисми шарга ухшаб, икки учи цилиндр шаклида, у жойга иккита электрод - катод ва анод пайвандланган. Катоднинг ички кисми металл пластинкадан ишланган косачага ухшаш булиб, унинг уртасига вольфрам спирали урнатилган, у найни киздиради. Катоднинг ташки кисми камайтирувчи трансформатор ва кенотрондан келаётган узгармас юкори кучланишли токка уланган. Анод мисдан ишланган устун (стержень) булиб, унинг ички кисми бошчага ухшайди, юз томони кийшик булиб, 190° бурчак хосил килади. Унинг юзида фокус доги (найнинг фокус) бор, бу ерга катод нурлари урилиб, рентген нурларини хосил килади.

Рентген нурларининг экранда тасвир хосил килиши рентген трубканинг оптик тузилишига ва пайдо булган рентген нурларининг

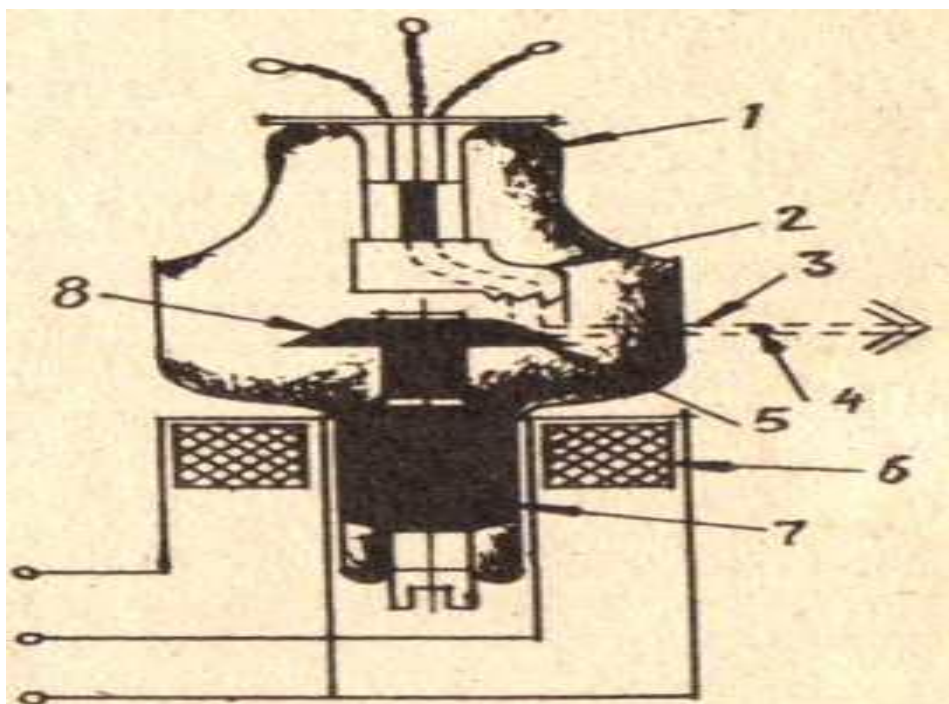


сонига боғлиқ. Найнинг фокуси канчалик кичик булса, нурланиш манбаи шунчалик кичикликка (нукталикка) яқинлашади ва рентген найининг оптик хусусияти яхшиланади, бу эса рентген нурланишни катта интенсив даражада олишга имкон беради. Най фокусида рентген нурларидан ташқари иссиқлик энергияси пайдо булади ва таркалади, у эса анодни тез киздиради ва чуғлантиради. Фокус доғи эриб кетмаслиги учун уни вольфрам ёки платинадан ишланади. Пайдо булган иссиқлик энергияси мисдан ишланган бошчадан устунга утиб, ташқарига — совутиш учун чиқарилади, у ерда анод мисдан ишланган радиатор билан тугалланади (1-расм, А).

Рентген найчаси металл гилоф ичига жойланади, рентген нурлари эса кичкина махсус ойна туйнукдан ташқарига чиқади, гилофнинг бошка томонларидан нур утмайди. Рентген найини гилофга жойлаб булгач, трансформатор мойи билан тулдирилади. Гилофнинг юкори ва паст томонига урнатилган вентилятор мойни, мой эса рентген найини совутади. Шундай қилиб, рентген найи хаво-мой усулида совутилади. Рентген найи ишлаётган вақтда қосил булган рентген нурлари хар томонга таралади, унинг асосий қисми (марказий нур) ойна тешиқдан ташқарига чиқиб, штативдан утиб экранга тушади ва уни ёритади.

Рентген техникаси ривожланиши натижасида рентген найи мукамалланади, унинг оптик хусусиятларини сақлаб қолган ҳолда қуввати оширилди ва айланадиган анодга эга найчаси яратилди. Бундай найчаларда анод бошчаси унча қалин булмаган, қесик қонусли, юмалок булиб, уз уқи атрофида минутига 2700-9000 марта айланади. Қонусли ён томони аноднинг ойнаси вазифасини бажаради ва у рентген нурларининг марказий нурланишига 190° бурчак қосил қилади. Айланадиган анодда оптик фокуснинг улчами кичик (1X1 мм, 2,5X2,5 мм) булиб, суратлар эса анча яхши сифатли (А. Я. Кацман).

Айланадиган анодли найчалар куввати катта кучга эга, сурат олиш вакти тахминан 0,01—0,1 секунд. Агар сурат олиш вакти (видержка) 1 секунддан куп булса, бу трубкалар куввати оддий трубкалар билан барабар хисобланади (1-расм, Б).



3. Рентген нурларининг табиати

Рентген нурлари кузга куринмайди, уларни бевосита йулар билан аникланади. Рентген нурлари моддалар ичига кириб сингиганда ёруглик хосил килади (люминесценция), у коронгида яхши куринади. Еритиб куриш учун (рентгеноскопия) махсус люминесцент экрандан фойдаланилади. Экран картондан тайёрланади ва улчами 35X35, 30X40 см булиб, бир томонига елим аралаштирилган люминесцент моддалар (рух сульфид, кальций вольфромат ва б.к.) сурилган. Унга рентген нурлари тушган майда сарик, яшил рангда нур сочади.

Рентген нурларининг каттиклиги (интенсивлиги) канча куп булса, экран шунча яхши равшанлашади.

Асосий рентгенологик текшириш усуллари: рентгеноскопия, рентгенография, флюорография ва электрорентгенография киради.

Рентгеноскопия тахминий текшириш усули булиб, у орган морфологияси ва функцияси тугрисида тез фикр беради

Рентгенография — рентген нурлари ёрдамида сурат олиш усули; у асосий, классик ва ишончли усул булиб, текширилаётган орган соясининг рентген плёнкада тасвирланишига асосланган. Рентгенография натижаси рентгенограмма деб аталади

Флюорография — флюоресценцияланган экрандан фотоплёнкага ёки флюорография плёнкасига кичкина сурат олиш усули.

Электрорентгенография – рентгенологик текширув усули булиб, текширилатган орган сурати асосаноддий ок коғоз хар-хил ЭРГА аппаратура ёрдамида олинади. Суратлар (2-3 минутда) олиш мумкин, кам маблаг сарф булади ва тасвир тиник чиқади.

Назорат саволлари:

1. Кенатрон кандай тузилишга эга?
2. Рентген найчасининг ишлаш принципи кандай тузилган?
3. Рентген нурларининг экранда тасвир хосил қилиши нимага боғлиқ?
4. Рентген найчининг фокус доғи эриб кетмаслиги учун у кандай намуналардан ишланади?
5. Рентген найи кандай усулда совутилади?

3-амалий машғулот: «Рентген тажрибалари ва уларнинг долзарблиги»

Ишнинг мақсади: Рентген нурининг асосий хусусиятлари, рентген музейидаги рентген найчаси, америкалик тадқиқотчи Кулиж Вилиам Девиднинг найчасининг тузилиш рентген найчаси.

Услубий ва моддий таъминот:

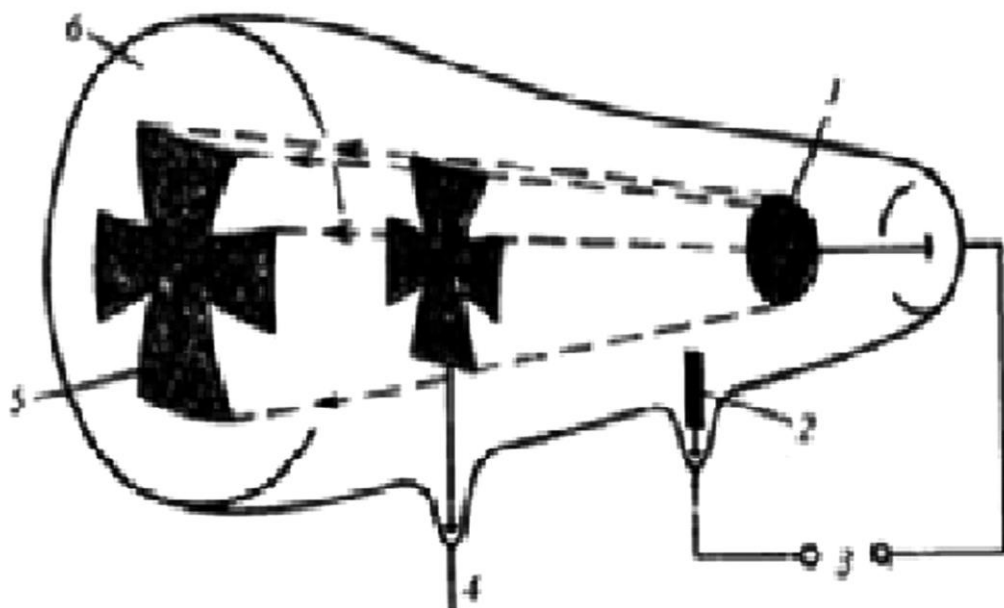
* услубий кўрсатмалар;

* рентген найчасининг схемси;

Вазифани белгилаш

1. Рентген тажрибаси

Етти ҳафта давомида номаълум нурлар таъсирини ўрганиб, уларни Рентген X-нурлар деб атади. Юқори кучланишни разрядлаш учун заруриятни ҳосил қилган, индукцион галтакдаги ўтказгичнинг флуоресцент экранига сочилган соя, Ренген учун X-нурларнинг хар-хил намуналардан утиш хусусиятини ўрганиш ғоясини урганишга етаклади.



1-Расм. Катод нурлари йулидаги тусик - мальтийлар крести куринишидаги Крукс найчаси: 1 - катод, 2 - анод, 3 - юқори кучланиш манбаи, 4 - катод нурлари йулидаги тусик, 5 - тўсиқ сояси, 6 - катод нурлари таъсири остида еритиладиган люминафор билан копланган экран.

У рентген нурлари объектнинг қалинлиги ва модданинг зичлигига қараб деярли барча нарсаларга турли хил чуқурликларда утиши мумкинлигини аниқлади. Рентген зарядланган найча ва экран ўртасида кичик бир қўрғошин дискини тутиб, қўрғошинда X-нурлар утмаслигини пайқади ва шу ерда ҳайратланарли кашфиёт қилди: қўлларининг суяклари экранда тим қора соя хосил қилишини курди, яъни юмшоқ тўқималардан енгилроқ соя билан ўралганини аниқлади. Кўп ўтмай, у X-нурлари нафақат барий цианолатинит билан копланган экранни еритишини, балки фотоэмульцияга тушган X-нурларни фотопластинкада қорайишини аниқлади.

1895 йил охирида маҳаллий илмий журналда чоп этилган рентгенологик тадқиқоти ҳақидаги биринчи маъруза ҳам илмий жамоатчиликда, ҳам кенг жамоатчиликда катта қизиқиш уйғотди. Рентген тажрибалари дарҳол бошқа олимлар томонидан ҳам тасдигини топди. Хаттоки машҳур америкалик экспериментатор Роберт Вуднинг (Wood Wood Виллиамс) Германияда узок илмий сафарда бўлишига карамай Рентген нурларининг кашф этилишига қизиқиши хақида гувоҳлик берди.

Р. Вуд Рентгеннинг кашфиётини қандай қилиб урганганлиги хақида ҳикоя қилади: 1895 йил қишнинг бошида унутилмас тонгда профессор Бласиус бизникига даҳшатли ҳаяжон билан келди. Мен билан юринг - бизда жуда ажойиб нарса бор. Биз унинг орқасидан кичкина хоналарнинг бирига кирдик, унинг деворида ўнлаб ёки ундан ҳам ғаройиб кўринадиган фотосуратларни - аниқ кўринадиган одамнинг қўлларининг суяклари, ҳамён ичидаги тангалари билан, ёғоч қутидаги калитлар йигиндиси ва бошқа нарсалар кўрдик.

Нима у?. - деб сўрадик. Улар хозиргина сирли маслахатчидан почта орқали келди. Уларни Вюрцбург профессори Рентген юборибди. Улар моддаларга

кириб борадиган, металл ва бошқа зич нарсаларнинг фотосуратини пластинкага тушириб берадиган янги нур кашф этганларини уларни X-нурлари деб аташганини, улар шиша деворли вакуумли найчанинг катод нури тушадиган жойидан чиқишини. Бир-икки кундан кейин бутун лабораториялари бу нурни хосил қилиш учун рентген найчасини урганиш билан шугуланишди. Олимлар уз кулларини, хар хил объектларни соясини хосил қилиш билан банд эди.

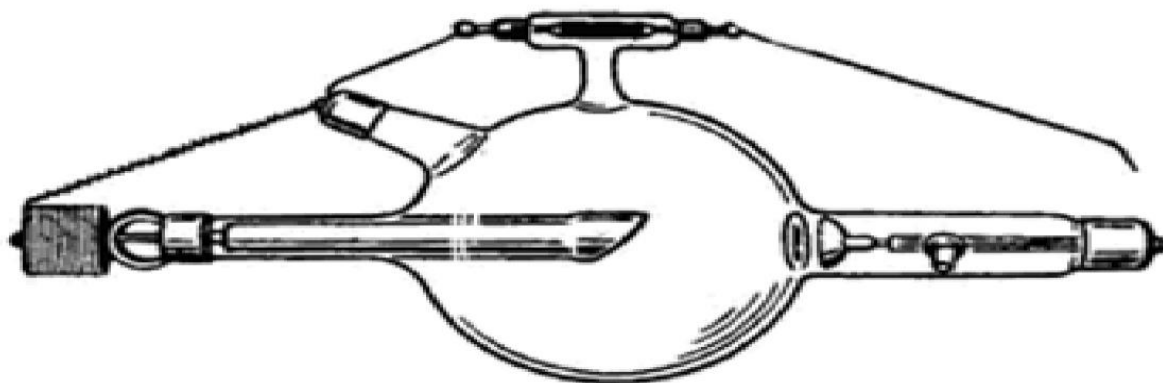
Рентген X-нурларнинг асосий хусусиятларини: қайтиш, ютилиш ва ҳавода ионлашиш қобиляти ўрганди. У рентген нурларини самарали ишлаб чиқариш учун қайрилган платинали антикод ва эгилтирилган катодли найча дизайнини таклиф қилди. Тадқиқот натижалари 1896 ва 1897 йилларда рентген нурлари бўйича иккита мақолада эълон қилинган эди. В.А. Цукерманнинг гувоҳлигига кўра кейинчалик унинг илмий қизиқишлари бошқа соҳаларга ўтди. Дастлабки йигирма йил ичида (1895-1915) физика ва тиббиётда ишлатиладиган рентген нурлари манбалари Рентген томонидан таклиф қилинган найчаларниқидан булиб, деярли фарқ қилмас эди. Улар Пашен эгри чизиғининг чап бўлагида қолдиқ газ босими 10^{-3} Торр атрофида ишлайдиган газразрядли мосламалар эди. Бундай найчаларда электрон манбаи, газли разряда мусбат ионлар томонидан бомбардимон қилинган катодир. Ушбу найчаларнинг асосий камчиликлари доимий характеристикаларга эга эмаслиги ва ток, кучланишнинг алоҳида тартибланишида қийинчилик тугдиради.



2-Расм. Рентген музейидаги Рентген ишлаган найчалардан бири.

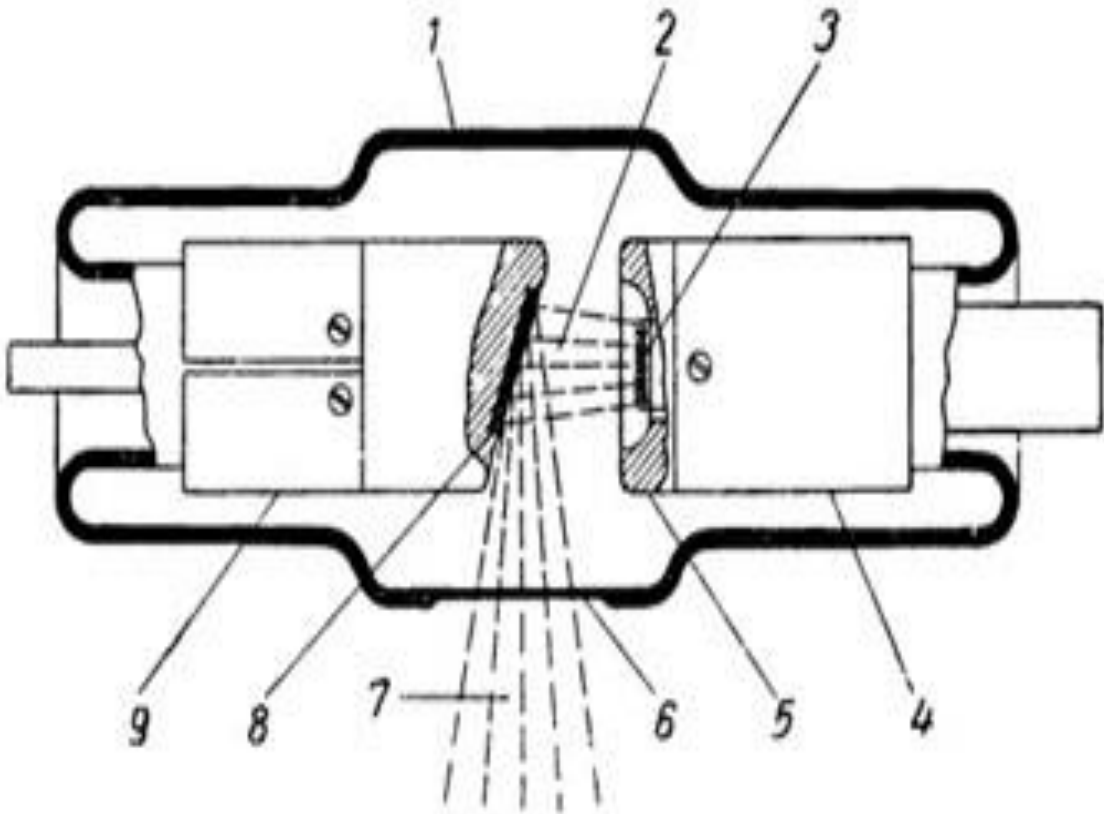
1914 йилда Америкалик тадқиқотчи Кулиж Вилиам Девид (Coolidge William David), волфрам катод чугланма қуринишида электрон манбали, юқори вакуумли рентген найчасини таклиф қилди ва амалга оширди. Бундай найчада катоднинг ҳарорати эмиссия оқимини оркали, катод ва анод орасидаги кучланиш эса электрон энергияси оркали аниқлайди.

2. Рентген найчасининг схемаси



3-Расм. Паят қилинган ионли рентген найча. У газ регуляторига (юқорида), қолдиқ газларнинг мақбул босимини ушлаб турадиган тугунга эга.

Ўнгдаги утказгич катод билан разрядланган бўшлиғни ҳосил қилади, айнан у қўллаб-қувватладиган босимнинг қийматини белгилайди. Ўқув лабораторияларида намоиш ускунаси сифатида бу қурилма кенг тарқатилган



5-Расм. Замонавий рентген найчаси: 1 – шишали баллон, 2 - электронлар оқими, 3 – чугланма ип, 4 - катод, 5 – фокусладиган стакан, 6 - дераза, 7 - рентген нурлари, 8 - нишон, 9 - анод.

Кулиж найчаси жуда муваффақиятли ихтиро бўлиб чиқди, у тиббий ва техник соҳаларда кенг қўлланилади. Бугунги кунга келиб, кўпчилик рентген манбалари ушбу схема бўйича қурилган - улар икки электродли қурилмалар ҳисобланади. Электронлар манбаи сифатида термоэлектронли катодга эга. Юқори вакуумда ишлайди, ички қисмини йигима эмас паят қилинган корпусдани иборат булиб, бутун хизмат муддати давомида сақланади.

Назорат саволлари

1. Рентген рентген нурларининг қандай хусусиятга эга эканлигини аниқлади?

2. Рентген X-нурлари кандай хусусиятларини урганди?
3. 1914 йилда Америкалик тадқиқотчи Кулиж Вилиам Девиднинг таклиф қилган юқори вакуумли рентген найчасинидаги катод ва анод орасидаги кучланиш кандай энергия орқали аниқланган?
4. Замонавий рентген найчаси нечи қисмдан иборат?

4-амалий машғулот: «Божхона назоратида рентген текшируви ускунасидан фойдаланишдаги муаммолар»

Ишнинг мақсади: Божхона назоратида рентген текшируви ускуналаридан фойдаланиш таҳлили. Харақатланувчи рентгенотелевизион ПРТУ 4026 қурилмаси HI-SCAN 130100 рентгенотелевизион қурилма ускуналаридан трейлердан иборат булиб, багаж ва юкларни рентгенотелевизион назоратини утқизиш имконини беришини урганиш. Божхона соҳасида божхона назорати пайтида рентген текшируви ускунасидан фойдаланиш муаммолари ва самарадорлигини ошириш бўйича тавсиялар.

Услубий ва моддий таъминот:

* *услубий кўрсатмалар;*

* *рентген текширув ускуналарининг ишлаш принципи ва турлари билан танишиши*

Вазифани белгилаш: Божхона соҳасида рентген текширув ускуналарининг қулланилишини урганиш

1. Текширув рентген ускуналари

Божхона назоратида рентген текшируви ускуналаридан фойдаланиш таҳлили: божхона ҳудуди ташқи савдо операцияларини мингдан ортиқ корхона ва ташкилотларда амалга оширади. Юкларнинг асосий қисми йирик саноат объектларига – гигант маҳаллий металлургия ва машинасозлик саноатига тўғри келади.

Текширув операцияларини амалга оширишда божхона ходимлари оддий

ва мукаммал техник воситалардан фойдаланишади булар жумласига куйидагилар киради: инспекцион-текширув комплекслари, юкларни ва одамларни текшириш учун текширув рентген ускуналари.

Текширув рентген ускуналари (ТРУ) - бу йуловчиларнинг қўл ва багаж юкларини, шунингдек, алоҳида юкларни, ўрта ўлчамдаги юкларни ва халқаро почта жўнатмаларини улар ичидаги буюмлар, декларация хулосасига тугри келмайдиган материаллар ва моддаларни очмасдан, визуал текшириш учун мўлжалланган рентген аппаратлари мажмуидир.

У божхона назорати шакллари: божхона текшируви, божхона кўриги ва божхона кузатувида қўлланилади.

Ушбу техника ионлашган нурланиш манбаини генерациялайди ва республиканинг санитария қонунчилиги нормалари ва қоидаларига бўйсунди.

ТРУ божхона чегараси орқали олиб ўтиладиган назорат объектларига, божхонада қабул қилинган божхона назорати технологиясига ва уни ўтказиш шартларига қараб куйидаги турларга бўлинади:

- йуловчилар, транспорт ходимлари ва юкланган копламаларнинг қўл юки ва багаж юкларининг таркибини чуқур назорат қилиш учун ТРУ.

- йуловчилар, транспорт ходимларининг қўл ва багаж юклари, алоҳида буюмларини чуқур назорат қилиш учун ТРУ.

- урта ўлчамдаги багаж ва юк таркибини бошқариш учун ТРУ.

- Халқаро почта жўнатмаларини назорат қилиш учун ТРУ.

Божхона назорати стационар ва оператив шароитларда ҳам амалга оширилади.

Рентгенологик текширув - бу йуловчиларни ва уларнинг юкларини текширишнинг энг объектив, ишончли ва тезкор усулидир. У божхона назоратида жуда катта урин эгаллайди. Бу ҳар қандай юк объектини, қўл юкини, ҳар хил турдаги ускуналарни, транспорт воситаларини, ҳаракатланувчи темир йул таркибини, контейнерларни, чегарани кесиб ўтган одамларнинг тез ва самарали равишда божхона назоратидан ўтказиш

имконини беради. Унинг ёрдами билан чегара ўтказиш пунктларида рухсат олиш имкониятига эришиш мумкин. Бу, ўз навбатида, божхона хизматлари фаолиятида юқори натижаларга эришишга имкон беради. ТРУдан фойдаланган ҳолда, оператор импорт ёки экспорт қилишга тақиқланган яширин нарсаларни, материалларни ёки моддаларни, шунингдек юк бирлиги таркибидаги буюмларнинг декларацияланган инвентаризатсиясига, металл ёки композицион материаллардан тайёрланган кийим остида яширилган совук ва ўқотар қуролга мувофиқлигини; портловчи, гиёҳванд моддалар, электрон қурилмалар, қимматбаҳо тошлар ва металллар, табиий хавфли бўшлиқларда, шу жумладан "шаҳид камарида" яширилган турли хил материаллардан тайёрланган хавфли нарсаларни аниқлаш имкони беради.

Шунингдек, божхона ҳуқуқбузарликларидаги шубҳали ва маълум бир турдаги буюмларнинг яширин, епиштирилган жойларини ўзига хос дизайн хусусиятларини аниқлашга ёрдам беради.

Божхона ходимларининг ТРУдан фойдаланишни божхона назоратида ташкиллантирилиши натижасида катта ютуқларга эришилмоқда ва бу йуналиши такомиллаштирилмоқда бу ҳолатда эса божхона назорати органларидан хушёрлик ва тамойилларга риоя қилишлик талаб этилмоқда. Фақатгина шу ҳолат билангина аниқ натижаларга эришиш, товарлар, транспорт воситалари ва бошқа божхона назорати объектларининг ноқонуний олиб чиқилишини олдини олишни камайтириш мумкин.

Ходимлар томонидан божхона фаолияти соҳасидаги божхона назорати пайтида фойдаланадиган рентген ускунасини кўриб чиқайлик (1-расм).



1-Расм. Харакатланувчи рентгенотелевизион курилмаси ПРТУ 4026

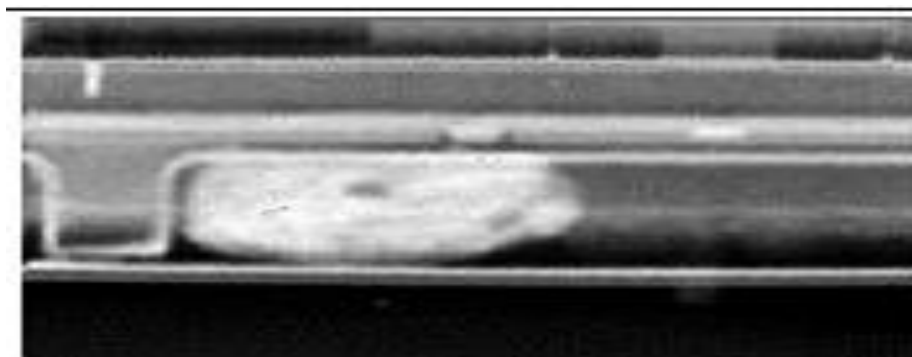
Харакатланувчи рентгенотелевизион ПРТУ 4026 курилмаси HI-SCAN 130100 урнатилган рентгенотелевизион курилма ускунали трейлердан иборат булиб, багаж ва юкларни рентгенотелевизион назоратини утказиш имконини беради. Одатда ПРТУ 130100 божхона ёки хавфсизлик мақсадидаги текширувларда багаж ва юкларни жойлаштириш еки туширишда кулланилади. Ўрнатилган дизел-генератори электр тармоғига боғланмаган холда тизимни ишлаши учун зарур бўлган қувватни таъминлайди. Ёпиқ хоналарда ПРТУ 130100 тизими ишлаши учун ташқи тармоқдаги кабел орқали қувватланиш олиши мумкин. HI-SCAN 130100 рентген телевизион текширув тизими кириш қисмида моторли конвейер ва чиқишда транспортировка пайтида ички трейлерни йигадиған роикли конвейер билан жиҳозланган. Конвейер баландлиги иш шароитларига мослашиши учун ўзгартирилиши мумкин. Трейлер ичидаги ҳарорат хавони иситиш ва совутиш тизими томонидан бошқарилади.

ПРТУ 130100 ичидаги операторга асосий станция ва иккита радиотелефон ташқаридаги ходимлар билан алоқа ўрнатиш имконини беради.

2. Кичик улчамли кўчма рентгенография "ВАТСОН-ТВ" комплекси

«Ватсон-ТВ» мажмуаси ҳар хил тўсиқлар (пўлат, алюминий, ёғоч) билан чегараланган кичик ($0,5 - 2,0 \text{ г/см}^3$) ва юқори (5 г/см^3 дан юқори) зичликдаги материаллардан тайёрланган буюмларни аниқлашга имкон беради. Юқори зичликдаги материал фонида еки хаволи мухитда кичик зичликдаги материалдан ясалган буюмларда, шунингдек кичик зичликдаги материал фонида юқори зичликдаги материалларда яхши тарқаладиган рентген нурларидан чегаралайдиган қалинлик улчамлари қуйидагилардан иборат: 12 мм алюминий; 60 мм ДСП; 2.2 мм пўлат.

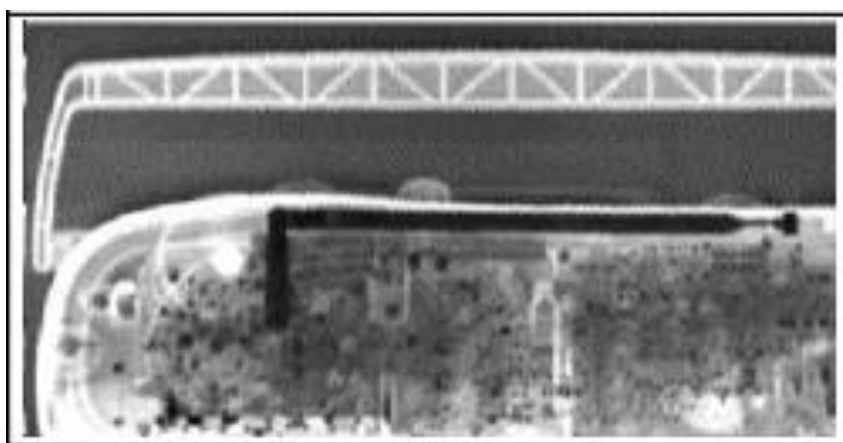
Агар, юқори зичликли материалдан ясалган буюм, юқори зичликли ёки хаво мухитли бошқа (ёки бир хил) материал фонида жойлашган бўлса, материални аниқлашга имкон берадиган чегаранинг қалинлиги: 8 мм алюминий; 40 мм ДСП; 1,5 мм пўлат дан иборат булади. "Ватсон-ТВ" комплекси $1/2$ диаметрдан сканерли нурланиш диаметригача булган металл буюмларни аниқлашга имкон беради. Чўзинчок шаклдаги (утказгич) объектлар манба диаметрининг $1/8$ қисмидан катта бўлгандагина аниқланади. Шундай қилиб, кичик объектлар сканер манба майдонини камида 20 % қоплагандагина аниқланади. Олинган расмларнинг намуналари қуйида келтирилган.



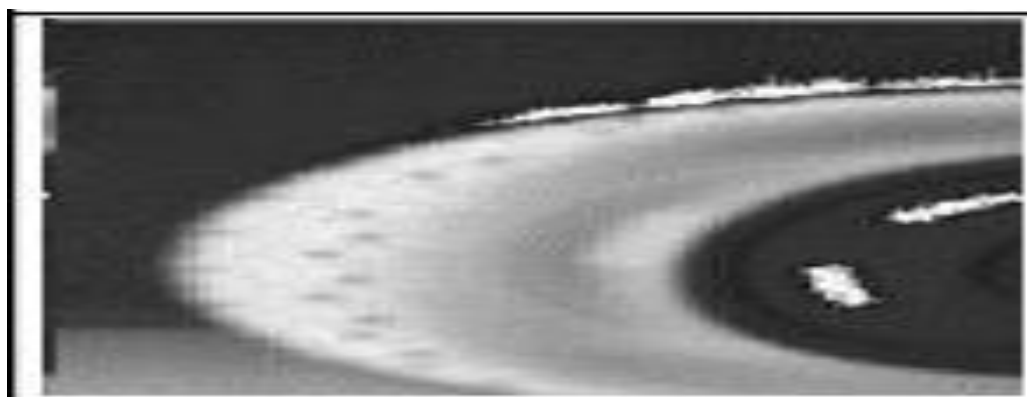
Енгил автоулов бампери ичига яширилган объект қидируви



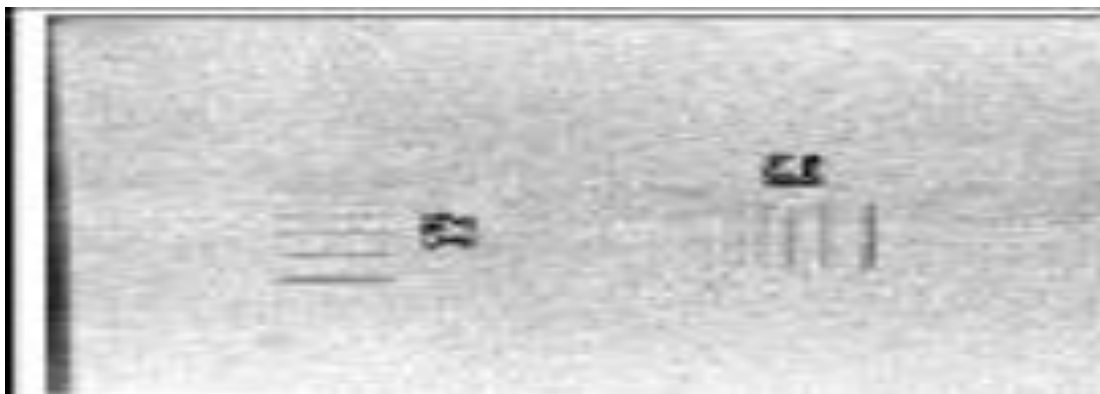
20 мм қалинликдаги ДСП варағи орқасыдаги объектлар: ўнг томонда - ёдгорлик (лойли шакл) ичидаги металл (қоғоз қисқич-скрипка) буюм; марказда – дастаси (ручка); чапда – мултиметр



Магнитола. Мухрланган пулат томонидаги кўриниш



Ғилдирак ичидаги яъни ғилдирак дискининг тескари тарафида епиштирилган сигарет қутиси.



12 мм қалинликдаги пўлат варақнинг орқасида №13 сезгир пўлат симлари, бир учи 150 мм масофада, иккинчи учи эса синов объектининг орқасида "девор" (гипсокардонли варағи).

4-Расмда «Ватсон-ТВ» комплексидан фойдаланган ҳолда божхонада олинган натижалар кўрсатилган.

- ПРИМ-1 РМ рентгенфлуоресцент анализаторлари бир вақтнинг ўзида 72 та кимёвий элементни - калцийдан ($Z=20$) плутонийгача ($Z=94$) аниқлайдилар. Шу билан бирга, 10 - 60 секунд ичида қуйидаги материалларнинг таркибини аниқлаш мумкин: зангламайдиган пўлат ва юқори ҳароратли қотишмаларни; - хромли пўлатлар; асбобли пўлатлар; легирланган ва легирланмаган пулатлар; никели қотишма; мис асосидаги қотишмалар (бронза, латун); рух ва рух таркибидаги қотишмалар; махсус қотишмалар ва материаллар (циркониий, молибден ва бошқалар асосида) заргарлик қотишмалари (1-жадвал).

1-жадвал – Анализаторнинг асосий техник хусусиятлари

Аниқланадиган элементларнинг атом рақамлари оралиғи	2-94
Бир вақтнинг ўзида аниқланадиган элементларнинг сони	до 72
Ўлчадиган концентрациялар диапазони, %	$5 \cdot 10^{-6}$
Битта ўлчовнинг мақбул вақти, с	10^{-6}
қувват манбаи	автоном 12 В еки тармоқдан 220 В

Ишчи ҳарорат оралиғи, °С	от -20 до+40
Автоном электр таъминоти билан оғирлик, кг, дан ортиқ эмас	16
Нисбий хатоликда котишмаларда элементларни аниқлашда, асосий элементлар % (2 ва ундан кўп масс. %), аралашмали элементлар (2 масс % гача).	2 дан 25 гача

ПРИМ-1РМ қурилмалари қаттиқ, сууқ ва кукун ҳолатидаги моддаларни элементар таҳлил қилиш учун мўлжалланган. Қурилмалар стационар (лаборатория) ва кўчма версияларда ҳам ишлатилади, батареяни зарядлаш еки аккумуляторни алмаштириш йули билан ишлаш муддати камида 2 соат (ишлаш вақти автоном режимида) булади.

Божхона соҳасида божхона назорати пайтида рентген текшируви ускунасида фойдаланиш муаммолари: рентген текширув ускунасига кўйиладиган асосий талаблар куйидагилардан иборат:

- назоратнинг юқори даражада бажарилишини таъминлаш;
- текширилаётган объектларда яширин куймаларни аниқлаш имкони;
- ишчилар, хизмат кўрсатувчи ходимлар ва атроф-муҳитнинг радиациявий хавфсизлигини таъминлаш;
- фойдаланиш қулайлигини таъминлаш;
- озиқ-овқат маҳсулотлари, дори-дармонлар ва бошқа мол-мулкнинг нурланишдан сақланишини таъминлаш.

Текширилаётган объектни очмасдан назорат қилиш учун фойдаланиладиган божхона кўригининг техник воситалари, уларнинг техник ва эксплуатацион хусусиятлари назорат объектларининг турлари бўйича аниқланади ва назоратнинг техник воситаларига бўлинади: кўл юки ва юкнинг танланган буюмлари; халқаро почта жўнатмалари; ўртача юк; автомобиллар, тиркамалар ва микроавтобуслар; юк ва багаж; контейнерлар ва катта юклар;

юк машиналари, трейлерлар ва турли хил рефрижераторлар.

Божхона томонидан НРУдан фойдаланишнинг мақсади - божхона назорати объектлари таркибидаги маълумотларнинг мувофиқлигини мониторинг қилиш, ҳужжатларни декларациялаш ва шу билан бирга контрабанда ва маъмурий ҳуқуқбузарлик объектларини аниқлашнинг муҳим вазифаларидан бири. Божхона органларини жиҳозлаш учун мавжуд бўлган НРУ парки жуда муҳим ва номенклатурасида хилма-хилдир. Божхона ихтиёрида: кўчма рентгентелевизион қурилма; "Ватсон-ТВ" рентгенли кичикгабаритли кўчма комплекс; рентгенофлуоресцент анализатор, "Прим - 1" энергия дисперсияли назоратий рентген ускунаси. Портатив рентген сканерлари "Ватсон" транспорт воситаларининг таркибий элементларида яширинган қўймаларни топиш учун ишлатилади. Шундай қилиб, фойдаланилган рентген телевизион мосламалари ҳозирги пайтда қўл юклари ва багажларни текширувида энг муҳим ва самарали восита ҳисобланади. Ушбу қурилмалар назоратдаги объектнинг ички тузилишини ўрганишга, ташқи қўшимча қушилганлигини еки нуқсонлари борлигини аниқлашга имкон беради. Уларнинг имкониятлари қуроллар ва портловчи мосламалар алоҳида элементлар, хавфли бириктирма идишлар ва ташиш тақиқланган бошқа нарсаларни аниқлаш имконини беради.

Божхона назорати пайтида божхона соҳасида текширув рентген ускуналарининг самарадорлигини ошириш бўйича тавсиялар

Идеал ҳолда, қўл юкларида текшириш элементларини ва текширувдан ўтиш учун номақбул вазиятларни истисно қилиш керак, шунда ҳамма нарса иложи борича тез ва қулай бўлади. Айнан шу талаблар энг сўнгги аниқлаш воситаларининг ривожланишини аниқлайди. Шундай қилиб, текшириш ускуналари эволюциясида бир нечта асосий векторларни аниқлаш мумкин. Бу самарадорликнинг ошиши, масофадан аниқлаш усулларини такомиллаштириш, эргономикалашни, ихчамликни ошириш, шунингдек, бундай ускунани ишлатишни соддалаштириш, уни махсус билдиришсиз ва ривожланган профессионал қобилиятли ишлаш эҳтимоликка олиб келади.

Соддалаштириш, олинган натижаларининг детекторлаш, уларни тезкор декодлаш ва далил сифатида фойдаланиш имконияти билан тасдиқланади (масалан, юкни оператив таҳлил қилишнинг визуал натижалари иловасига кура фуқаро хужжатларни расмийлаштирилишида кулга олиншида қўлланилиши). Текширув давомида текширилаётган объект ўзгармаса, бузилмайдиган таҳлил усуллари тобора муҳим рол ўйнайди. Агар биз санаб ўтилган инновацион технологияларни жаҳон тажрибасига асосласак, бу қарорларни қабул қилишда инсон омилини минималлаштириш, божхона назорати тартибини тезлаштириш, текширишлар сонини камайтириш ва умуман божхона хизматларининг самарадорлигини оширишга имкон беради.

Кўп нарса аэропортларда ишлайдиган ходимларга боғлиқ. Афсуски, кўплаб йуловчилар ёмон ташкил этилган процедуралар ва тактик булмаган ҳолатда утказилган текширувдан норози булишади, албатта. Шу сабабли, ҳозирги вақтда текширув рентген ускунасидан фойдаланган ҳолда божхона назоратини амалга оширадиган ходимларни малакали тайёрлаш бўйича фаол ишлар олиб борилмоқда. Чегарада ишлаш учун зарур бўлган юқори малакали мутахассисларни тайёрлаш ва ускуналарнинг техник имкониятларидан тўлиқ фойдаланишни ўз ичига олган барча таркибий қисмларни ҳисобга олган ҳолда, инспекцион-текширув комплексларининг самарадорлигини ошириш мумкин. Давлат лойиҳалари, кўп қиррали соя тасвирлар асоси ҳисобида ҳар хил турдаги ИТК ва текширув рентгентелевизион ускуналарининг қўлланилиши амалга оширилмоқда:

- ҳуқуқбузарликларни камайтириш учун, наркотик ва портловчи моддалар кўринадиган текширув рентген аппаратлари билан таъминланиши керак;
- йуловчиларнинг шахсий текширув тизимини хавфсизлигини ишлаб чиқиш;
- пакет ичидаги (масалан портловчи мосламалар, қуроллар ва бошқалар) олинган нарсалар тасвирини автоматик равишда аниқлаш.

Келажакда рентген телевизион технологияларидан фойдаланиб, бундай лойиҳаларни амалга ошириш қуйидаги вазифаларни ҳал қилишга ёрдам

беради:

- божхона назорати учун сарфланадиган вақтни қисқартириш, унинг самарадорлигини ошириш;
- инспекцион-назорат комплекслари билан жиҳозланган рухсатланган пунктда автомобиллар сонини кўпайтириш;
- божхона ҳуқуқбузарликлари ноқонуний гиёҳвандлик воситалари, портловчи моддалар, қурол ва бошқа нарсаларни олиб киришини аниқлаш ва олдини олиш.

Интроскопия усулидан фойдаланиб, объектларнинг ички тузилиши ҳақида маълумот олиш мумкин. Рентген ва гамма нурланишининг кучли манбалари 400 мм пўлатдан ва ундан юқори улчамларни аниқлаш усулига эга бўлиб, улардан етарлича қалин ва зич нарсалар, контейнерлар, трейлерлар, катта ҳажмли юкларни реализация қилишда қўлланилади. Бундай қурилмалар узок вақтдан буен фан ва техниканинг бошқа соҳаларида муваффақиятли қўлланилмоқда. Берилган радиациявий энергияда ишлайдиган ходимларнинг радиацион хавфсизлигини таъминлайдиган кўрғошинли ҳимоя - кам қувватли рентген аппаратларида ишлатилиши туфайли уз самарадорлигини йўқотади. "Оғир деворлар" деб номланган махсус қурилган биноларда божхона назорати технологиялари шароити шаффоф бўлиши керак. Бундан ташқари, ионлаштирувчи нурланишнинг кучли оқимларини самарали қайд этадиган ва бир вақтнинг ўзида юқори сифатли сояли тасвирларни олиш учун етарлича сезгирликка эга утасезгир қабул қилувчи детектор тизимларининг дизайни, шунингдек, видео тасвирларни компютерда қайта ишлаш усуллари техник жиҳатдан ишлаб чиқилиши керак. Ионлаштирувчи нурланиш манбаларини конвейер лента ёки ҳаракатланувчи платформа кўринишида "еритиш" жараёнида уларнинг ҳаракатини амалга ошириш учун контейнер ва транспорт воситаларини ташиш имкониятини таъминлаш керак. Ҳозирги вақтда инспекцион-назорат комплексларининг ишлаши (ИНКлар Англия, Германия, Франция, Исроил, Хитой ва бошқа мамлакатларда қурилган ва ишламоқ), келгусида ривожланишнинг сезиларли тенденциялари ва уларнинг

жойлашиши, амалга оширилиш жиҳатидан божхона назоратининг янги технологиялари буйича тўпланган тажриба мавжудир. Техник воситалар товарлар ва транспорт воситаларининг текшириш қийин бўлган жойларини назорат қилишга имкон беради, шунингдек иш ҳақи ва божхона назорати вақтини сезиларли даражада пасайишига олиб келади. Оператив ҳолатини визуал кузатиш учун радиолокацион типдаги ускуналар ишлатилади, шу бир бир каторда ҳар хил кўринишдаги шароитда ишлайдиган оптик ёки оптик-телевизион кузатув техник воситалари билан бирлаштирилиши мумкин; оптик узокни курувчи курилмадир (моно ва стерео найчалар, денгиз дурбинлари, мосламаларнинг инфрақизил кузатувлари, телекамералари ва бошқалар). Оптик катталаштирувчи (ёритгичли лупалар, микроскоплар), ультрабинафша ва инфрақизил курилмалар божхона ходимлари томонидан божхона хужжатлари ва божхона хавфсизлиги атрибутларини текшириш учун ишлатилади.

Божхона органлари томонидан божхона назоратида такомиллаштирилган асосий йуналишли техник воситалар фойдаланилади:

- божхона органлари фаолиятига янги технологияларни жорий этиш, ахборот таъминот ва катта улчамли юк, транспорт воситаларида божхона назоратининг самарадорлигини ошириш

- халқаро терроризмга, уюшган жиноятчиликка ва давлат чегараси орқали ноқонуний ҳаракатга, гиёҳвандлик воситалари ва портловчи моддалар, портловчи курилмаларга қарши курашиш самарадорлигини ошириш;

- ИТКдан самарали фойдаланишни ташкил этиш;

- божхона органларининг ягона ахборот майдонида ИТКни киритиш;

Ҳар хил турдаги ва модификацияли ИТКларини шакллантириш. Божхона назоратининг техник воситалари тизими яратилиши керак. Минтақавий божхона органларида мобил ИТК (РТУда битта мобил ИТК) бўлиши керак. Мобил ИТКларидан фойдаланиш кўплаб омилларни ҳисобга олган ҳолда кўриб чиқилиши керак:

- турли йуналишларда, савдо оқимларининг интенсивлиги;

- турли минтақаларда божхона қонунчилигини бузилиши;
- назорат пунктларида стационар ИТКларни ўрнатиш туфайли товарлар оқимининг "тошиб кетиши";

Инспекцион текширув комплексларининг барчаси божхона органларининг ЕАИСга уланган булиши керак. ИТК ташқи иқтисодий фаолият иштирокчилари тўғрисида барча тезкор маълумотлар келиб тушиши шарт. ИДК ёрдамида олинган товарлар ва транспорт воситаларининг тасвирлари фойдаланувчиларга (божхона, минтақавий божхона бошқармаси) электрон шаклда юборилиши керак. Назорат-ўтказиш пунктларидаги харажатларни минималлаштириш мақсадида қўшни мамлакатларнинг божхона хизматлари билан ИТК ёрдамида товарлар ва транспорт воситаларини рентген текшируви бўйича электрон маълумотларни алмаштиришни ташкиллаштириш мумкин.

- ИДК-дан фойдаланишни бошқариш бўйича барча қарорлар назорат-ўтказиш пунктларида қабул қилинади. Коида тариқасида мобил ИТК транспорт воситасининг шассига ўрнатилади ва иш пайтида санитария зонасини талаб қилади. Улар контейнерда юкларнинг мавжудлиги ёки йуклиги тўғрисида маълумот беради, асосан кичик хажм зичлигидаги юкларни юк ҳужжатларига мувофиқлигини аниқлаб беради. Мобил ИТК қуйидагиларни таъминлаши керак:

- оғир транспорт воситаларининг таркибидаги сояли рентген тасвирини олиш ва улардаги турли юкларни транспорт ҳужжатларига мувофиқлигини аниқлаши;
- юкга киритилган буюмларнинг жойлашишини ва чизиқли ўлчамларини баҳолаши;
- таркибий бўшлиқлар ва автомобил бирикмаларининг сояли тасвирини кўриши;
- тасвирни катталаштириш йули билан текширилаётган объектнинг алоҳида зоналари ва унинг таркибини батафсил, қисмли кўриши;
- тасвирни хотирада сақлаши, уни олиб юрувчида ёзиб олиши;
- маълумотларни (тларасвирларни) ташқи истеъмолчиларга бериши.

Умуман олганда, мобил ИТК қуйидаги асосий тизимлардан иборат бўлиши керак:

- автомобил шассиси;
- - нурланувчи тизими;
- - рўйхатга олиш ва ишлов бериш тизими;
- - тасвирга ишлов бериш, маълумотларни бошқариш ва сақлаш тизими;
- ташқи ахборот тизимлари, божхона органларининг ЕАИС дастурий комплекслари ва ахборот хавфсизлиги билан ўзаро алоқани таъминлаш тизими;
- - мураккаб бошқарув тизими;
- - радиациявий хавфсизлик тизими;
- - видео кузатув тизими;
- - селекторли бог тизими;
- - электр таъминоти тизими.

Ходимлар ва барча тизимлар, қоида тариқасида, транспорт воситасининг шассиси, мобил ИТК-да жойлашган бўлиши ва ходимларнинг ҳимоясини таъминлаши керак. Белгиланган санитария жойлари бошқаларнинг ҳимоясини таъминлаши керак. Мобил ИТК ишлаши учун текширилаётган объектларга нисбатан ҳаракатланадиган текис майдон танланиши керак.

Белгиланган барча бу усуллар божхона назоратининг техник воситаларида (фойдаланиш ва куллаш) қуйидагиларни амалга оширади:

- божхона назорати учун сарфланадиган вақтни тезлаштиради ва унинг самарадорлигини оширади;
- - катта ҳажмли товарларни рўйхатдан ўтказиш ва назорат қилиш учун автоуловларни ўтказиш пунктларида божхона операцияларини бажариш вақтини 80 дақиқага, келажакжа 10 дақиқагача қисқартиради;
- назорат пунктларида текширилаётган ногабарит юкларнинг сонини камайтириш;
- божхона қоидаларини бузган ҳолда ташилаётган гиёҳвандлик воситалари ва портловчи моддаларни аниқлаш ва олдини олиш;

- назорат натижаларини электрон маълумотлар банкида сақлаш ва ундан операцион фаолиятни амалга ошириш учун фойдаланиш.

Иқтисодий самара қўйидагича таъминланади:

- Катта ҳажмдаги юклар ва транспорт воситаларининг божхона назоратини такомиллаштириш бюджетга бож тўловларини тушишини сезиларли даражада оширади;

- божхона ҳуқуқбузарликлари учун зарур шарт-шароитларни минималлаштириш ва келажақда ташқи иқтисодий фаолият билан боғлиқ иқтисодий жиноятлар ҳажмини камайтиради.

Янги технологияларнинг жорий этилиши билан иш юритиш хавфи кучаяди, мураккаб ускуналарнинг ишлашда ва компьютер вирусларининг кириб боришда ҳеч қандай носозликлар бўлмайди, шунингдек, божхона хизматининг махфий маълумотлар базаларига рухсатсиз кириш, улардан нусха кўчириш ва ҳатто тузатишларлар кискартирилади.

3. Божхона соҳасида божхона назорати пайтида рентген текшируви ускунасидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича тавсиялар натижалари: Рентген текшируви ускуналари республиканинг санитария қонунчилиги нормалари ва қоидаларига тўғри келиши.

Божхона органлари ходимлари РТУ га ишлашидан олдин қўйидагиларга амал қилиши шарт:

- ходимларни техника билан ишлашга ўргатиш;
- электрва техника хавфсизлиги бўйича билимларни текшириш, ходимларни ўқитиш;

- радиациявий хавфсизлик учун жавобгар шахсларни тайинлаш ва ходимларни рентген аппаратлари билан ишлашга рухсат бериш, божхона буюртмаларини бериш;

- санитария-эпидемиология хулосасини олишнинг ва ушбу объектни ГИИни сақлаш ва ишлатиш билан боғлиқ фаолият учун лицензия олиш.

Мамлакатдаги молиявий инқирозни ва кўплаб назорат-ўтказиш пунктларини ҳисобга олган ҳолда рентген ускуналари ҳали ҳам етказилиб

турилмоқда, аммо етарли даражада эмас, норматив ҳужжатларга мувофиқ тўлиқ бажарилиши учун кўп вақт керак бўлади.

Шуни таъкидлаш керакки, рентген текширувнинг техник воситаларини ривожлантиришнинг истиқболли йуналишлари қуйидагилардан иборат:

- - рентген спектрларининг энергетик хусусиятларини таҳлил қилиш орқали видео тасвирларни қайта ишлашнинг математик компьютер усулларини ишлаб чиқиш;

- - кадрлар график маълумотлар банки ёрдамида ўқитилади; кўп қиррали соя тасвирлар асосида икки ўлчовли ва уч ўлчовли тасвирларини тиклаш учун математик компьютер усулларини ишлаб чиқиш;

- - гиёҳвандлик ва портловчи моддаларни аниқлаш учун анализаторли рентген текширув ускуналари билан таъминлаш;

- йуловчиларни шахсий текшируви учун хавфсиз тизимларни ишлаб чиқиш;

- тўплам таркибидаги олинган тасвирларга мувофиқ, белгиланган нарсаларни автоматик равишда аниқлаш;

Келгусида давлат лойиҳаларини амалга ошириш, ҳар хил турдаги ИТК ва текширув рентгентелевизион ускуналаридан фойдаланиш қуйидаги вазифаларни ҳал қилишга имкон беради:

- божхона назорати учун сарфланадиган мақбул вақтга эришиш, унинг самарадорлигини ошириш;

- инспекцион текширув комплекслари билан жиҳозланган автомобилларни ўтказиш пунктларидаги рухсатнома олиш имкониятларини қупайтириш;

- гиёҳвандлик воситалари, портловчи моддалар, қурол ва бошқа божхона ҳуқуқбузарликларининг ноқонуний олиб киришини аниқлаш ва олдини олиш.

Йуловчиларни текширишнинг энг ишончли ва тезкор усули бу рентген текширувидир. У божхона назоратида жуда катта роль ўйнайди. Рентген текшируви ҳар қандай юк объекти, қўл юки, турли хил жиҳозлар, транспорт воситалари, ҳаракатланувчи темир йул таркиби, контейнерлар, чегарани кесиб ўтган одамларнинг божхона назоратини тез ва самарали равишда амалга

оширишга имкон беради. Унинг ёрдами билан чегара ўтказиш пунктларида утувчанлик усулини юқори самарасига эришиш мумкин. Бу, ўз навбатида, божхона хизматлари фаолиятида юқори натижаларга эришишга имкон беради. Оператор олиб кириш ёки олиб чиқиш тақиқланган яширин нарсалар, материаллар ёки моддаларни, шунингдек декларацияланган юк бирлигининг таркибий қисмидаги, металл ёки композит материаллардан тикилган кийим остида яширилган совуқ ва ўқотар қурол мувофиқлигини аниқлашга қодир; электрон қурилмалар, портловчи, гиёҳванд моддалар; қимматбаҳо тошлар ва металллар; инсоннинг табиий бўшлиқларида яширинган турли хил материаллардан тайёрланган бошқа хавфли буюмлар, шу жумладан "ўз жонига қасд қилиш бомбаси камари"ни такган йуловчиларни ҳам НРТ ёрдамида аниқлайди. Текширувчи рентген ускуналари туфайли божхона органлари божхона назоратини ташкил этишда катта ютуқларга эришилмоқда, бундай назорат энди такомиллаштирилмоқда ва божхона назорати органларидан эҳтиёткорлик ва яхлитликни талаб қилмоқда. Фақат бу ҳолда аниқ натижаларга эришиш, товарларни, транспорт воситаларини ва бошқа божхона назорати объектларини ноқонуний олиб чиқиш, олиб киришни камайтириш ва олдини олиш мумкин бўлади.

Назорат саволлари:

1. Рентгенологик текширув қандай усул ҳисобланади?
2. Божхона ходимлари текширув операцияларини амалга ошириш учун қандай техник воситалардан фойдаланишади?
3. Текширув рентген ускуналари қандай рентген апаратлар мажмуига киради?
4. Текширув рентген ускуналари қандака божхона назорати шаклларида қулланилади?
- 5: Харақатланувчи рентгенотелевизион ПРТУ 4026 қурилмаси HI-SCAN 130100 назоратни қандай имкониятларга эга?
6. Рентгенография "ВАТСОН-ТВ" комплекси қандай материалларни

аниклаш имконини беради?

7. ПРИМ-1 РМ рентгенфлуоресцент анализаторлари бир вақтнинг ўзида нечта кимёвий элементни аниқлайди?

8. ПРИМ-1 РМ курилмалари кандай ҳолатдаги моддаларни элементар тахлилини олишга мулжалланган?

9. Божхона органлари ходимлари рентген текширув ускуналаринига ишлашидан олдин нималарга амал қилиши шарт?

10. Интроскопия усулидан фойдаланиб кандай маълумотларни олиш мумкин?

5-амалий машғулот: «Биринчи ва иккинчи турдаги багаж ва юкларни текшириш учун рентген курилмаларининг ташқи юзасидаги рентген нурланишининг амбиент эквивалент дозалар миқдорини ўлчаш усуллари»

Ишнинг мақсади: Назорат объект имитаторларини жойлаштириш, яъни манба нурланишига жойлаштириб, ҳаракатланишини четлаштириш. Багаж, кичик ва каттаўлчамга эга бўлган юклар текшируви учун мулжалланган рентген курилмаларининг мумкин бўлган сиртини сканерланиш жараенини кузатиш. Химоя шкафига епиштирилган эшиклар чизигининг йуналиши бўйлаб ўлчанган нукталар орқали радиацион мониторинг ўтказиш.

Услубий ва моддий таъминот:

* услубий кўрсатмалар;

* рентген курилмаларининг объектларни сканерлаш жараенини урганиш;

Вазифани белгилаш: Рентген нурланишининг амбиент эквивалент дозаларининг куввати:

БЮОКРКнинг радиацион назоратини ўтказиш учун энергия оралиғи 15 дан 500 кэВгача бўлган узлуксиз рентген нурланишининг (амбиент дозалари) амбиент эквивалент дозаларини кувватини ўлчаш учун мулжалланган ва ўлчанадиган қийматнинг ўртача қийматини ва статистик хатосини тўғридан-

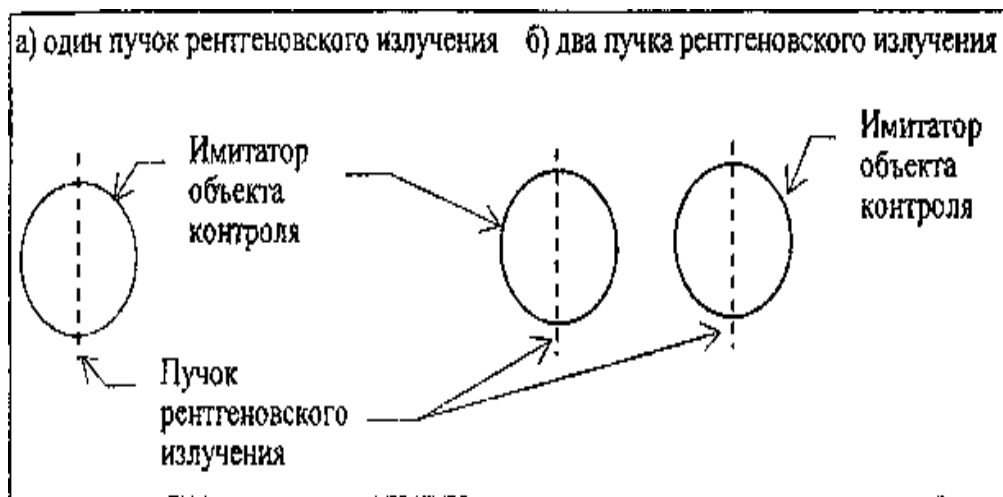
тўғри олиш имкон берадиган рентген нурларининг дозиметрлари кулланилади.

БЮКРК 1 туридаги операторларнинг иш жойларида рентген нурланишининг амбиент эквивалент дозаларининг кувватини ўлчаш 4 баландликда (полдан 30, 80, 120, 160 см) рентген найчасининг анодли кучланиши ва токининг максимал ишчи кайматларида амалга оширилади.

Нурланиш манбаига хажми камида 5 литр сув билан тўлдирилган пластик куринишли назоратий объект имитатори ўрнатилади.

Имитаторни шундай жойлаштирамизки кераки, рентген нурлари манбаи унинг марказидан оркали ўтадиган булиши керак.

БЮКРК учун кулланиладиган бир нечта рентген нурлари манбаиларининг ҳар бирида назоратий объектларнинг имитатори ўрнатилади (1-расм).

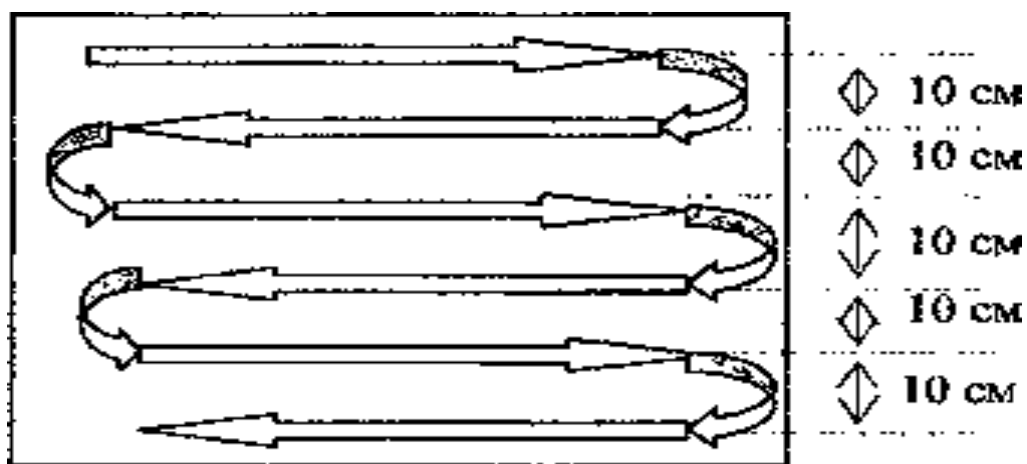


1-Расм. Назорат объект имитаторининг жойлаштирилиши
(юкоридан караганда)

Улчовлар ўтказиш пайтида назорат камерасининг кириш ва чиқиш деразаларидаги химоя пардалари харакатланмайдиган холатда булиб уни тулик ураб олган булиши шарт. Назорат объектларининг имитаторларини манба нурланишига жойлаштириш, рентген нурларининг доимий генерацияланишидаги назорат жараёнида харакатланмасликни таъминлаши

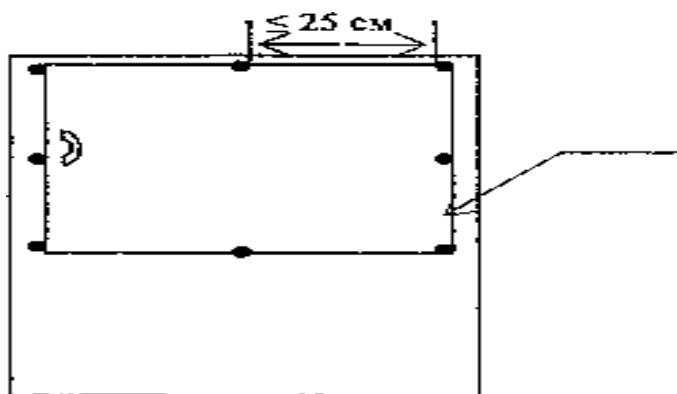
керак. Агар БЮКРК юзасидан 2 м дан кам масофада А ёки Б гуруҳ ишчи тоифасига кирмайдиган ходимнинг доимий иш жойи бўлса амбиент эквивалент дозалар кувватини ўлчанади, шунингдек БЮКРК операторининг иш жойига учун ҳам кушимча ўлчовларга қилинади.

БЮКРК 1 турининг ташқи юзасида рентген нурланишининг амбиент эквивалент дозаларининг кувватини ўлчаш: Назорат объектининг имитаторини ўрнатмасдан олдин, курилманинг радиацион ҳимоясидаги нуқсон йўқлигини текшириш учун, (нурланиш манбаининг назоратланаётган БЮКРК даги йуналишига боғлиқ ҳолда) БЮКРК олд еки/тепа томонида нурланишнинг тўғри манбаи тушиш соҳасининг радиациявий ҳимоя юзаси сканердан утказилади. Дозиметрнинг ҳаракатланиш тезлиги секундига 5 см дан ошмаслиги керак. Сўнгра 25 см дан ошмайдиган поғоналарда нурланиш тугри манбаининг тушувчи чизиги жойлашган нуқталар бўйлаб, шунингдек (нуқталар мавжуд бўлганда) сканерлаш пайтида маҳаллий максимумлар қайд қилинган жойларда ҳам амбиент эквивалент дозалар куввати ўлчанади. Ўлчовлар 15% дан кўп бўлмаган статистик хато билан амалга оширилади. Назоратий объект имитатори ўрнатилади, БЮКРК ёқилади ва барча мумкин бўлган юзаларда ҳимоя нуқсонлар бор-йўқлиги сканерланади. БЮКРКнинг барча юзаларида, шу жумладан рентген найчаларининг максимал иш параметрларида ва дозиметрнинг ҳаракат тезлиги секундига 5 см дан ошмаган ҳолатдаги пардаларда ҳам дозиметр ёрдамида сканерлаш амалга оширилади. Агар сканерлаш жараёнида тегишли нуқталарда маҳаллий максимумлар аниқланса, уларда амбиент эквивалента дозалар куввати кейинги ўлчовлар учун белгиланади.



2 – Расм. БЮКРКда мумкин булган юзаларни сканерланиши

БЮКРКнинг барча ташқи юзаларида амбиент эквивалент дозалар кувватини ўлчаш амалга оширилади. Ҳар бир юзадаги ўлчов нукталари қуйидагича аниқланади: ҳар бир юза 50 см дан ошмайдиган тўртбурчакли зоналарга бўлинади; ҳар бир зонадаги тўрт бурчакда ва марказда жойлашган нукталарни белгилаймиз. Барча кириш жойларида ҳимоя нуқсонлари бор йўқлигини билиш учун сканерланиш утказилади. Сканерлаш рентген найчасининг максимал иш параметрлари ва дозиметрнинг секундига 5 см дан ошмайдиган ҳаракат тезлиги остида БЮКРКнинг барча юзаларида дозиметр ёрдамида амалга оширилади. Бундан ташқари, ҳимоя шкафининг эшикгига епишадиган чизиқлар бўйлаб сканерлаш амалга оширилади. Агар сканерланиш пайтида маҳаллий максимумлар аниқланса, тегишли нукталар белгиланади ва кейинчалик улардаги амбиент эквивалент доза куввати ўлчанади. Ҳимоя шкафининг ҳар бир девори учун ҳам ўлчаш нукталари белгилаб олинади, худди БЮКРК 1-турида радиацион назорат утказилгандагидек. Бундан ташқари, ҳимоя шкаф эшикгини епишган чизиғи бўйлаб 25 см дан ошмайдиган кадамда қушимча нукталар ва сканерланишда топилган маҳаллий максимумлардаги нукталар белгилаб олинади (3-расм) Танланган барча нукталарда рентген найчасининг анод кучланишининг ва анод токининг максимал ишчи қийматларида амбиент эквивалент дозалар куввати (амбиент дозалар куввати) ўлчанади.



3-Расм. Химоя шкафининг эшигига епиштирилган чизиг йуналиши буйлаб улчанган нукталар куриниши

Олинган ўлчов натижалари СанПиН 2.6.1.2369-08 қийматларига биноан, БЮКРКнинг 1- ва 2- турининг ташки сиртларидан 10 см масофада рентген нурланиш доза куввати 2,5 мкЗв/с тенг.

Агар ўлчанган қийматнинг йиғиндиси ва ҳар бир ўлчаш нуктаси учун амбиент эквивалент дозалар кувватини ўлчашдаги хатолик 2,5 мкЗв/с дан ошмаса (фон қийматини ҳисобламаганда), БЮКРКнинг радиациявий ҳимояси радиацион хавфсизлиги талабларига жавоб беради. Агар БЮКРК юзасида амбиент эквивалент дозалар кувватининг ўлчанган қийматлари СанПиН 2.6.1.2369-08 талабларига жавоб берса (2,5 мкЗв/с дан ошмаса), ходимларнинг иш жойларида доза куввати ҳар доим рухсат этилган даражаларга тўғри келади.

БЮКРКда ишлайдиган ходимларнинг иш жойларида амбиент эквивалент дозалар кувватининг ўлчаш буйича 4 баландликда олинган ўлчов натижаларининг максимал қиймати сифатида ишлатиладиган, **берилган қийматнинг максимали аниқланади**. Агар БЮКРК юзасидан 2 м дан кам масофада А ёки Б гуруҳ ходимларига қарашли булмаган доимий иш жойи бўлса, ва бу гуруҳ ходимларига тегишли булмаган ишчининг доимий иш жойидаги 4 ўлчов нуктанинг ҳар бири учун улчанган амбиент эквивалент доза куввати 0,5 мкЗв/с дан ошмаса (фон қийматини ҳисобга олмаганда), у ҳолда БЮКРКнинг иш шароитларидаги радиация хавфсизлик талабларига жавоб беради.

Назорат саволлари:

1. Амбиент эквивалент дозаларини кувватини ўлчаш учун мўлжалланган рентген нурларининг энергия оралиги нечи кэВ ни ташкил этади?
2. Рентген нурланишининг амбиент эквивалент дозаларининг кувватини ўлчаш баландликлари нечи см га тенг?
3. Курилманинг радиацион химоясида нуксон бор йўқлиги қандай улчанади?
4. Курилмадаги нурланиш дозасини улчайдиган дозиметрнинг ҳаракатланиш тезлиги секундига нечи см дан ошмаслиги керак?
5. Ходимнинг доимий иш жойидаги 4 улчов нуктадаги амбиент эквивалент доза куввати қиймати нечи мкЗв/соатга тенг?

V. ГЛОССАРИЙ

Атама	таъриф
Рентген нурлари	– зарядланган зарралар ёки фотонларнинг мухитни ташкил этувчи атомлари билан узаро таъсирлашишлари натижасида вужудга келувчи электромагнит нурланиш, булиб катта тезликдаги электронларнинг моддада тормозланиши натижасида пайдо булади. Рентген нурлари амалда рентген трубкида ёрдамида ҳосил қилинади.
Рентгенология	- (<u>rentgen</u> va logiya) — тиббиёт соҳасига тегишли термин булиб; аъзолар ва системалар тузилиши ҳамда функцияларини текширишда, касалликлар рентгенодиагностикасида рентген нурларидан фойдаланиш масалаларини урганади.
Рентгенодиагностика	(rentgen va diagnostika) - рентгенологик текширувга асосланиб, касалликларни аниқлаш.
Рентген нурининг ионизацияланиши	Рентген нурлари хавони ионлаштиради. Улар хаво ва газлардан утганда нейтрал молекулаларни парчалаб, мусбат ва манфий ионлар ҳосил қилади.
Рентген кабинети	касалхона ва поликлиникаларда беморни текшириш учун рентген аппаратлари билан жиҳозланган махсус хона.
Рентген нурларининг манбаи	бу электр токи ва рентген аппаратдир.
Кенотрон	(yun. kenos — bo‘sh va elektron) - асосан, саноат частотали ўзгарувчан токни туғирлаш (узгармас

	токка айлантириш) учун мулжалланган электр-вакуумли қурилма (диод, лампа). Паст ва юқори волтли турлари бор.
Трансформатор	(lot. transformo — o'zgartiraman) - техникада энергия ёки объектларнинг бирон бир муҳим хоссаси (масса, ток кучи, кучланиш ва бошқалар) ни узгартириш учун мулжалланган қурилма.
Генератор	(лот. generator - ишлаб чиқарувчи) — ташқи энергия манбаи ҳисобига электр энергияси ишлаб чиқарувчи ёки энергияни бир турдан иккинчи турга узгартирувчи қурилма; аппарат ёки машина.
Рентген найчаси	рентген нурларини олиш учун қулланиладиган электровакуумдир
Катод	Катод (юн. kathodos - пастга йуналиш, қайтиш) деганидир. 1) ток манбаининг манфий кутбига уланадиган электр ва радиотехника асбоблари, электролитли ванна ва б. қурилмаларнинг электроди. Катодни 1834 йилда инглиз физиги М. Фарадей таклиф қилган. Ташқи та'сир натижасида катоддан электронларнинг чиқишига қараб, унинг термэлектрон, совук, фотоэлектрон турлари фарқланади; 2) ток манбаи — галваник элементлар ёки аккумуляторнинг манфий кутби; 3) электрвакуум асбоблар ва газ разрядли лампаларда электронлар манбаи
Анод	(юн. anodos – кўтармоқ, ana - юқорига ва hodos – йул ҳаракат) – 1) электр токи манбаининг мусбат

	<p>электроди, мис, галваник элемент ёки электр аккумуляторнинг мусбат кутби;</p> <p>2) электр токининг мусбат кутбига туташтирилган электрон асбоб (ион асбоби) электроди;</p> <p>3) электролитик ваннанинг мусбат кутби (қаранг Электролиз);</p> <p>4) электр ёйининг мусбат электроди. Қўлланиш соҳасига қараб, материали сифатида металллар (тантал, молибден, никел, мис, темир, волфрам ва бошқалар) ҳамда графит ишлатилади.</p>
электрон эмиссия	қаттиқ жисм ёки суюқликнинг электр майдонида қиздириш, электромагнит нурланиш, электронлар оқими ва бошқалар ташқи омиллар таъсири натижасида улардан электронлар чиқаришига айтилади.
Ионизация	бу электронни молекуладан, еки газ атомларидан ажратиш жараенидир.
Дифракцион панжара	оптик асбоб; ношаффоф экранга қилинган куп сонли параллел тирқишлар ёки узаро бир хил масофада жойлашган кузгусимон йулар (штрихлар) мажмуи; уларда ёруглик дифраксияси ходисаси содир булади. Дифраксион панжара узига тушаётган ёруглик нурларини спектрларга ажратади.
Кинетик энергия	механик системада каралаётган моддий нуктанинг ҳаракатини ўлчайдиган, массаси ва тезлигининг модулига боғлиқ булган скаляр функция.

Фотон	(қадимги юнонча: φωτόν – «ёруглик») элементар заррача булиб, электромагнит нурланиш (хусусан, ёруглик) квантидир. Бу массасиз заррача фақат ёруглик тезлигида ҳаракат қилибгина мавжуд була олади. Фотоннинг электр заряди нолга тенг.
Назоратий интроскопик ускуна	йуловчилар, кузатувчисиз ва кузатувли юклар таркибини, кичик, ўрта ва катта ўлчамдаги контейнерларни очмасдан, рентгеноскопик, рентгенографик гаммасканерлаш усули ердамида визуал текширув назоратида фойдаланиладиган ускунадир.
Божхона назорати техник воситалари	божхона ходимлари томонидан давлат чегараси орқали олиб кирилиши еки олиб чиқилиши тақиқланган, декларацияга тўғри келмайдиган барча турдаги объектларни аниқлаш учун фойдаланиладиган махсус техник воситалар тўпламидир.
Радиацион назоратий техник воситалар	транспортда ташилайётган радиоактив ва булинадиган материалларни, хавфли чиқиндиларни аниқлашда, локализациялаш даврида уларнинг миқдорий ва сифатий хусусиятларини ўлчаш учун мўлжалланган.
Текширувнинг техник воситалари	юкларда, халқаро почта жўнатмаларда ва транспорт воситаларида тақиқланган объектларни назорат қилишда фойдаланиладиган восита, булиб металл детекторлардан иборат - қора ва рангли

	металлардан ясалган нарсаларни аниқлайдиган электрон қурилмалардир.
Рентген сканери	рентген нурларининг кайтиб таркалиш эффектидан фойдаланадиган хавфсизлик сканеридир.
ионлаштирувчи нурланиш	радиоактив парчаланишда, ядровий эврилишларда, моддадаги зарядланган зарралар ҳаракатининг секинлашувида ҳосил бўладиган ҳамда муҳит билан ўзаро таъсир этиш чоғида ҳар хил кутбли ионларни ҳосил қиладиган нурланиш;
ионлаштирувчи нурланиш манбаи	ўзидан ионлаштирувчи нурланиш чиқарувчи ёки чиқаришга қодир бўлган қурилма ва (ёки) радиоактив модда;
кузатув зонаси	радиациявий мониторинг ўтказиладиган санитария-муҳофаза зонасидан ташқаридаги ҳудуд;
радиациявий хавфсизлик	фуқаролар ва атроф муҳитнинг ионлаштирувчи нурланишнинг зарарли таъсиридан муҳофазаланганлик ҳолати;
зиверт (Зв)	Радиациявий нурланиш дозаси инсон соғлиги учун хавлидир, унинг улчов бирлиги. Радиациявий нурланишни миқдорини ўлчаганда кўпинча миллизиверт (мЗв) ва микрозиверт (мкЗв) дозалари ўлчовлари қўлланилади. Бир мЗв - бу Зиверт бирликнинг мингдан бир қисмидир, мкЗв – эса миллиондан бир қисми.

<p>Нурланиш дозасининг куввати</p>	<p>вақт бирлигига тўғри келадиган дозани кўрсатадиган физик катталиқ. Ўлчов бирлиги 1 соат ичидаги Зивертдир (Зв/соат).</p>
<p>Фотоядро реакциялар, ядро фотоэффекти</p>	<p>атом ядросининг u квантларни ютиши натижасида протонлар p, нейтронлар n ёки мураккаброқ зарралар (дейтронлар, α зарралар ва х.к.) чиқариши</p>

VI. ФОЙДАЛАНГАН АДАБИЁТЛАР

I. Махсус адабиётлар

1. Нерозин Н.А., Пышко А.П., Шаповалов В.В. Расчетные исследования пространственного распределения мощности поглощенной дозы в опухоли и окружающие ее тканях 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. Цукерман 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. Пирогов А.В. [и др.]. Энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия: электронное учебно-методическое пособие / под редакцией Д.А. Павлова. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. 73 с.
4. Алексеев С.В., Таубин М.Л., Ясколко А.А. Нанокomпозиты в рентгеновской технике. Москва : Техносфера, 2014. 208 с.
5. Андрианов В.А. [и др.]. Рентгеновские и нейтронные источники на основе пироэлектриков. INTERMATIC-2015. Ч. 1.
6. Подымский А.А. Мощные рентгеновские трубки для проекционной рентгенографии: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Санкт-Петербург, 2016.
7. ГОСТ 20337-74 Сб. ГОСТов. Москва : ИПК Издательство стандартов, 2005.
8. ГОСТ 8490-77 Москва : Издательство стандартов, 1984.
9. ГОСТ 22091.0-84 ГОСТ 22091.15-84 Контроль неразрушающий. Приборы рентгеновские. Методы измерения: Сб. ГОСТов. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2005.
10. ГОСТ Р 52125-2003 Москва : ИПК Издательство стандартов, 2004.
11. Москалёв В.А., Чахлов В.Л. Бетатроны. Томск : Издательство ТПУ, 2009.

12. Артюков И.А., Виноградов А.В., Фещенко Р.М. Томсоновский лазерно-электронный генератор: рентгеновский канал и возможные применения // Физические основы приборостроения. 2016. Т. 5. № 3(20).

13. <http://inp.bsu.by/research/PXR.htm>.

14. Патент RU2548005C2 .Плазменный источник проникающего излучения.

15. Патент RU2342810C1 .Плазменный источник проникающего излучения.

16. Djuzhev 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. Никитин Н.Е., Шешин Е.П. Физические основы эмиссионной электроники. Долгопрудный : ИД .Интеллект., 2018.

18. Гец А.В. Динамика взаимодействия ван-дер-ваальсовых атомарных кластеров с полем сверхкоротких лазерных импульсов Специальность 01.04.21 – лазерная физика Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.ф.-м.н. Долгопрудный, 2010.

19. Issac, Riju Wirthig, J. Brunetti, 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. Тернов И.М. Синхротронное излучение // Успехи физических наук. 1995. Т. 165, № 4.

21. Виноградов А.В., Дьячков Н.В., Полунина А.В., Попов Н.Л., Шведунов В.И. Лазерно-электронные генераторы – источники узкополосного рентгеновского излучения для малоинвазивной коронарной ангиографии // Квантовая электроника. 2018. Т. 48, № 6.

22. Салимов Р.А. Мощные ускорители электронов для промышленного применения // Успехи физических наук. 2000. Т. 170, № 2.

II. Интернет сайтлар

1. <http://edu.uz> – Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
2. <http://lex.uz> – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси
3. <http://bimm.uz> – Олий таълим тизими педагог ва раҳбар кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишни ташкил этиш бош илмий-методик маркази
4. <http://ziyonet.uz> – Таълим портали Ziyonet
5. <http://natlib.uz> – Алишер Навоий номидаги Ўзбекистон Миллий кутубхонаси