

Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министiрлігі
Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті

ОӘЖ 502.3

Қолжазба құқығында

ЖУМАТАЕВА КЫМБАТ САЯСАТКЫЗЫ

**Қоршаған ортаның радиациялық әсерін зерттеу
(Атырау қаласы мысалында)**

6М060400 –ФИЗИКА

жаратылыстану магистрі дәрежесін алу үшін дайындалған
магистрлік жоба

Атырау 2019 ж

Қазақстан Республикасының білім және ғылым Министрлігі
Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті

Қорғауға жіберілді:

Физика, математика және
ақпараттық технологиялар
факультетінің деканы

_____ Б.З.Кенжегулов

« ____ » _____ 20__ ж.

Магистрлік жоба

**ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ РАДИАЦИАЛЫҚ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ
(АТЫРАУ ҚАЛАСЫ МЫСАЛЫНДА)**

Мамандық: 6М060400 –ФИЗИКА
(бейіндік бағыт)

Магистрант _____ Жуматаева К.С.

Ғылыми жетекші,
П.ғ.к., қауымдастырылған профессор _____ Куанбаева Б.У.

Кафедра меңгерушісі _____ Джумамухамбетов Ж.Г.

Норма-бақылау _____ Балтурганова С.К.

Атырау 2019 ж

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	3
1	РАДИОАКТИВТІЛІК ТУРАЛЫ ТҮСІНІК	6
1.1	Радиоактивтілік. Альфа - ыдырау. Бета - ыдырау. Гамма ыдырауы	6
1.2	Радиоактивті ыдырау заңы. Ғарыштық сәулелену	10
1.3	Космогенді радионуклидтер	15
2	ӨЛШЕУ ӘДІСТЕРІ. РАДИАЦИЯ ДЕҢГЕЙІН ӨЛШЕЙТІН ҚҰРАЛДАР	18
2.1	Радиоактивтің шамасын және бірлігін өлшеу	18
2.2	Дозиметрлік құралдардың түрлері және радиоактивтік сәулелерді тіркеу әдістері	19
2.3	Атырау қаласы бойынша қоршаған ортаның радиациялық әсерін зерттеу	27
2.4	Электромагниттік сәулеленуді өлшеуге арналған қолдан жасалынған қондырғы моделі	39
3	АУМАҚТАРДЫ ЖӘНЕ ТҮРҒЫН ҮЙЛЕР МЕН ҒИМАРАТТАРДЫ РАДИАЦИЯЛЫҚ –ГИГИЕНАЛЫҚ БАҚЫЛАУ	42
3.1	Радон концентрациясын өлшеу әдістемесі	42
3.2	Аумақтың және бөлменің гамма-аясын өлшеу әдістемесі	45
	ҚОРЫТЫНДЫ	48
	ҚОЛДАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ	49

КІРІСПЕ

Тақырыптың өзектілігі: Ионизацияланған сәуле Үлкен апатпен бірге жүрді, ғалымдардың пікірінше, біздің Әлемде 20 миллиард жыл бұрын пайда болды. Сол кезден бастап радиация үнемі ғарыштық кеңістікті толтырып отыр. Радиоактивті материалдар Жердің бір бөлігіне айналды. Тіпті адамның өзі де аздап радиоактивті, себебі әрбір тірі тінде радиоактивті заттар бар. Осы әмбебап құбылыстың ашылуының өзіне 100 жылдан астам уақыт өтті.

Радиоактивтілік –бұл жаңа құбылыс емес; жаңалығы сол, адамдар оны қалай пайдалану керектігін білуге тырысты. Радиация шынымен де өте қауіпті. Жоғары дозада ол елеулі тіннің зақымдануына әкеледі, ал кіші мөлшерде ол қатерлі ісік тудыруы мүмкін және радиацияның әсеріне ұшыраған адамның не алыс және жақын ұрпақтарының генетикалық ауытқуларын тудыруы мүмкін.

Жылдан - жылға тұрғындардың радиоактивті сәулеленумен зақымдануы арта түсуде. Себебі, атом электр станцияларының салынуы, олардың жұмыс істеуі, сонымен қатар әртүрлі тездеткіштер (ускорительдер) сынақтан өтуде. Олардан бөлінген радиоактивті сәулелер қоршаған ортаға зиянын келтіруде. Радиоактивті ластану – бұл табиғатқа зиянды әсерін беретін физикалық ластанудың түрі. Әрине мұндай ластану адамзатқа және тірі организмдерге радиациялық сәулелену арқылы қауіпті әсерін жасайды. Радиациялық ластанудың келесідей түрлері бар [1]:

1) Физикалық ластану түріне жататын - радиоактивті заттардың бөліну нәтижесінде альфа — (гелий ядросы), бетта –(жылдам электрондар) бөлшектердің және гамма – сәулеленулердің пайда болуынан туындайтын радиациялық ластану.

2) Химиялық ластану түріне жататын - қоршаған ортада кездесетін радиоактивті заттардың мөлшерінің артуына байланысты туындайтын ластану.

3) Атом қаруын сынау нәтижесінде радионуклидті жауын-шашынның болуына байланысты ластанулар. Радионуклидтер – бұл элементтердің радиобелсенді сәулелену шығаратын изотоптары, яғни иондаушы сәулелену болып табылады. Альфа –сәулелену, бетта – сәулеленуден қалыптасқан бөлшектер ағыны корпускулалық сәулелену болып табылады. Ал, гамма — сәулелену мен оған жақын рентгендік сәулелену электромагнитті иондаушы сәулелену деп аталады.

Гелий ядроларының немесе жылдам электрондардан тұратын сәулелену организмнен алыс тұрып та оған әсер ете алады.

Шығу тегіне байланысты радиациялық қауіптердің зияны табиғи және антропогенді болып екіге бөлінеді. Табиғи түрлеріне қазбалар, атмосферадағы радиоактивті элементтердің бөлінуі салдарынан пайда болатын сәулелену, атом энергиясын өндіруге және ядролық қаруын сынауға байланысты және т.б. жатады.

Ядролық сынақтардың нәтижесінде түзілетін радионуклид – стронций – 90. Ол организмге асқазан-ішек трактісі, өкпе, тері арқылы өтіп, қаңқа мен жұмсақ ұлпаларға орнығады. Әрине, ол жазылмас детке ұшыратады.

Адам көбіне табиғи сәулелену көздерінен жоғары дозаны алады. Атом энергиясының дамуымен байланысты радиация адам қызметінің нәтижесі болып табылатын радиацияның аз ғана бөлігін құрайды: медицинада рентген сәулелерін қолдану сияқты аз шағымдарды тудыратын басқа формалардан айтарлықтай көп дозалар алынады. Бұдан басқа, жанғыш көмір сияқты күнделікті қызмет түрлері, сондай-ақ герметикалық үй-жайларда тұрақты түрде болу табиғи сәулеленудің әсерінен әсер ету деңгейінің едәуір ұлғаюына әкелуі мүмкін.

Қоршаған ортаны, табиғатты, тұрғындар денсаулығын қорғау Қазақстан Республикасының әлеуметтік-экономикалық даму бағдарламасында маңызды сұрақтардың бірі ретінде табылған. Сонымен қатар «ҚР азаматтарының денсаулығы мен өмір сүруі» «Қазақстан-2030» стратегиясындағы маңызды мәселелердің бірі. Онда атап көрсетілгендей, тұрғындардың өмірден өтуінің 20 және одан да жоғары пайызы республикамыздағы экологиялық жағдайдың төмендігі болып отыр. Соңғы кезде радиоактивті элементтердің қалдықтары радиациялық сәулеле шығару нәтижесінде қоршаған табиғатты, яғни ауаны, суды, өсімдіктерді улап, таралу дәрежесі артуда. Сондықтан, қоршаған ортаны таза ұстау, табиғи ресурстарды тиімді қолдану, адамзаттың қауіпсіз өмір сүру жағдайына байланысты мәселелер әруақытта өзекті болып табылады.

Атырау қаласының және қаланың сыртындағы елді – мекендердің радиациялық фонын дозиметрмен зерттеп, радиациялық қауіпсіздік нормасы бекіткен шекті рұқсат етілген дозасымен салыстыру магистрлік жобаның тақырыбының өзектілігін дәлелдейді.

Зерттеудің мақсаты: Радиоактивті сәулеленуді, оның динамикасын, статистикасын зерттеу арқылы қоршаған ортаның радиациялық әсерін анықтау (Атырау қаласы мысалында)

Зерттеу міндеттері:

- радиоактивтілік теориясына байланысты әдебиеттерге шолу жасау;
- өлшеу әдістері мен радиация деңгейін өлшейтін құралдардың түрлерін ажырату;
- аумақтарды және тұрғын үйлер мен ғимараттарды радиациялық – гигиеналық бақылаудан өткізу жолдарын айқындау;
- Флора – 2 эмбебап дозиметрі арқылы γ және β сәулелерін анықтау және пайда болу механизмін түсіну.

Зерттеу әдістері: 1. Таңдалған тақырыпқа байланысты ғылыми- зерттеу әдебиеттерге шолу жасау, саралау. 2. Зерттеу бағытының ғылыми аппаратын анықтау 3. Эксперименттер алып, нәтижелерді өңдеу; 4. Электромагниттік сәулеленуді өлшеуге арналған қолдан жасалынған қондырғы моделін жасау; Қорытындылау.

Зерттеудің ғылыми болжамы: Атырау қаласы бойынша радиоактивті сәулеленуді, оның динамикасын, статистикасын зерттеу нәтижесінде қоршаған ортаның радиациялық әсері анықталса, радиоактивті сәулеленудің алдын-алу арқылы іс-шаралар ұйымдастыру жолға қойылар еді. Жасыл экономиканы

дамыту бағдарламасының іске асуына,экологиялық дағдарысты біздің елде болдырмауға мүмкіндік берер еді.

Ғылыми және тәжірибелік маңыздылығы: радиоактивті элементтердің биосфераға қаншалықты қауіп төндіретінін қоғамға жеткізу. Қазақстан Республикасы территориясының 50 % - ы радонмен ластанғаны белгілі жағдай. Сондықтан да радонның мөлшеріне үнемі бақылау жасап отырудың маңыздылығы зор. Радон концентрациясын өлшеу әдістемесі және аумақтың және бөлменің гамма-аясын өлшеу әдісінің ұсынылуы жұмыстың тәжірибелік маңыздылығын көрсетеді. Дозиметрдің көмегімен жүргізген зерттеулердің нәтижесінде Атырау қаласындағы және Атырау облысындағы белгілі бір жерлердің радиациялық фондары бекітілген шекті рұқсат етілген дозадан аспайтыны анықталды.

Жапониядағы, Украинадағы, Қытайдағы жарылыстың салдарынан ондағы радиациялар әлі күнге дейін күшін жоймаған. Осыған байланысты келешекте Жапониядан бізге экспортпен (көлік, теңіз өнімдері, тұрмыстық техника, құрылыс заттары, азық – түліктер, т.б.) келетін заттарды мұқият зерттеуден өткізу қажет. Күнделікті тұрмыста қолданылатын электромагниттік сәулеленуді өлшеуге арналған қолдан жасалынған қондырғы моделі ұсынылады.

Қорғауға шығарылатын ұстанымдар:

- радиоактивтілік теориясының негізі;
- өлшеу әдістері мен радиация деңгейін өлшейтін құралдардың түрлері, тұрмыста қолданылатын электромагниттік сәулеленуді өлшеуге арналған қолдан жасалынған қондырғы моделі;

- аумақтарды және тұрғын үйлер мен ғимараттарды радиациялық – гигиеналық бақылаудан өткізу әдістемесі;

- қоршаған ортаның радиациялық әсерін өлшеу нәтижелері.

Диссертацияның құрылымы және көлемі: Безендірудің, кестелердің (егер олар бар болса), пайдаланылған әдебиеттер көздерінің саны: Жұмыс 50 бетті құрайды, 23 сурет, 5 кесте берілген. Пайдаланылған деректер тізімі – 22.

1. РАДИОАКТИВТІЛІК. РАДИОАКТИВТІЛІК ТУРАЛЫ ТҮСІНІК

1.1 Радиоактивтілік. Альфа - ыдырау. Бета - ыдырау. Гамма ыдырауы

2500 атом ядросының 90% дерлік тұрақсыз болып табылады. Тұрақсыз ядроның өзі бөлшектердің ыдырауы кезінде басқа ядроларға айналады. Ядроның бұл қасиеті радиоактивтілік деп аталады. Үлкен ядроларда тұрақсыздық - ядролық күштер әсерінен нуклондардың өзара тартылуы мен протондардың кулондық күштер әсерінен өзара тебілулері нәтижесінде туындайды. Заряд саны $Z > 83$ және массалық сан $A > 209$ тұрақты ядро болмайды. Бірақ Z және A мәндерінің кіші мәндері бар атом ядролары да радиоактивті болуы мүмкін.

Егер ядро нейтроннан гөрі көп протонға ие болса, онда тұрақсыздық кулондық өзара әрекеттесуінен энергияның артылуына негізделеді. Протон саны бойынша нейтрондардан артық болатын ядроларда нейтрон массасы протон массасынан асып түсетініне байланысты тұрақсыз күйге келеді. Ядро массасының ұлғаюы оның энергиясының өсуіне әкеледі [2].

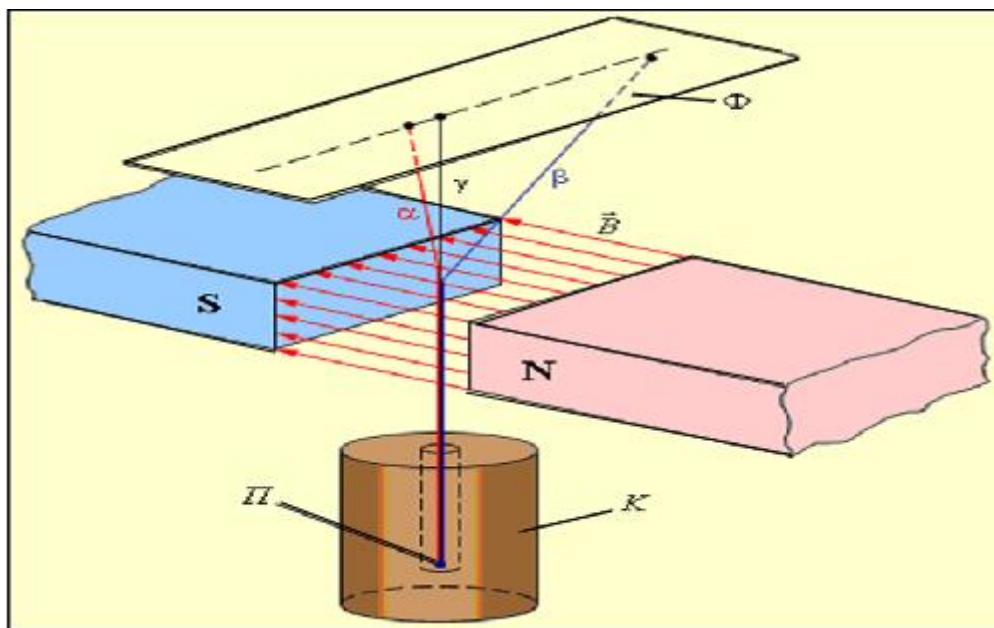
Радиоактивтілік құбылысын 1896 жылы француз физигі А.Беккерел ашты, ол уран тұздары мөлдір емес жарыққа арналған тосқауылдар арқылы еніп кете алатын және көлденең фотоэмульсия тудыратын белгісіз сәуле шығаратынын анықтады. Екі жылдан кейін француз физиктері М. және П. Кюрилер торийдің радиоактивтілігін тауып, екі жаңа радиоактивті элемент - полоний және радийді анықтады.

1. Кейінгі жылдары көптеген физиктер, соның ішінде Э. Резерфорд пен оның шәкірттері радиоактивті сәулеленудің табиғатын зерттеді. Радиоактивті ядролар үш түрлі бөлшектерді шығаратынын анықталды: оң және теріс зарядталған және бейтарап және сәйкесінше α -, β - және γ -сәулелену деп аталды. 1.1-суретте радиоактивті сәулеленудің күрделі құрамын анықтауға мүмкіндік беретін тәжірибелік схема берілген. Магнит өрісінде α - және β -сәулелері қарама-қарсы бағыттарда ауытқуларды жасайды және β -сәулелері айтарлықтай көп ауытқиды. γ сәулелері магнит өрісінде мүлдем ауытқымайды [3].

Радиоактивті сәулеленудің бұл үш түрі заттардың атомдарын иондау қабілеті бойынша және оларға ену қабілеттері бойынша бір-бірінен өте ерекшеленеді. α – сәулелену ең аз ену қабілетіне ие. Қалыпты ауа жағдайда α -сәулелерінің жолы бірнеше сантиметрге жетеді, ал β -сәулелері заттармен өте аз жұтылады. Олар бірнеше мм алюминий қабатынан өте алады. Қалыңдығы 5-10 см қалың қабаты қорғасын арқылы өтуге қабілетті γ -сәулелер, ең жоғары ену қабілетіне ие.

2. 20-шы ғасырдың екінші онжылдығында Э. Резерфорд атомдардың ядролық құрылымын анықтағаннан кейін радиоактивтілік - атом ядроларының қасиеті екендігі анық бекітілді. Зерттеулер көрсеткендей, α -сәулелері - гелий ядросының α -бөлшектерінің ағыны, β -сәулелері - электрондар ағыны, γ -сәулелер

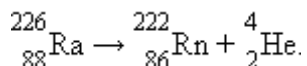
толқын ұзындығы $\lambda < 10^{-10}$ м қысқа толқынды электромагниттік сәулелену және нәтижесінде - айқын корпускулярлық қасиеттерді беретін, яғни - γ -квант бөлшектердің ағыны болып табылады [4].



1.1- сурет. α - , β - және γ -сәулеленуін анықтау бойынша тәжірибе схемасы. К - қорғасын контейнері, П - радиоактивті препарат, Ф-фотопластинка, В - магнит өрісі.

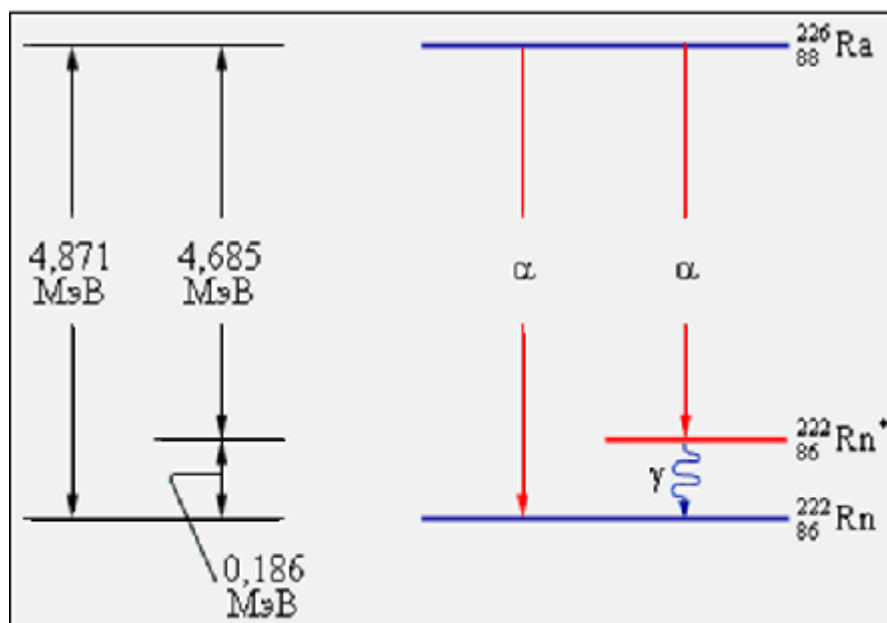
Альфа - ыдырау

Альфа - ыдырау дегеніміз, Z протон және N нейтрон саны бар атомдық ядроның N-2 протондары мен N-2 нейтрондарының саны бар басқа (туынды) ядроғаөздігінен айналуы. Сонымен қатар α -бөлшектер - гелия атомының ядросы шығарылады. Осындай процестің мысалына радий элементінің α -ыдырауын келтіруге болады[5] :



Радий атомдарының ядролары шығаратын альфа бөлшектерін Резерфорд ядролардағы ауыр элементтерді шашыратуға арналған эксперименттерінде пайдаланды. Магнит өрісіндегі траекторияның қисық сызығымен өлшенген радий ядросының α -ыдырауы кезінде шығарылған α -бөлшектердің жылдамдығы шамамен 1,5 - 107 м/с, сәйкесінше кинетикалық энергиясы шамамен $7,5 \cdot 10^{-13}$ Дж (шамамен 4,8 МэВ) тең болады. Бұл мән аналық, туынды ядролардың массалық саны мен гелия ядросының белгілі мәндерімен оңай анықталуы мүмкін. Шығарылған α -бөлшектердің жылдамдығы үлкен болса да, бірақ ол жарық жылдамдығының 5% -ын ғана құрайды, сондықтан есептеулер кезінде кинетикалық энергия үшін релятивистік емес өрнек қолдануға болады.

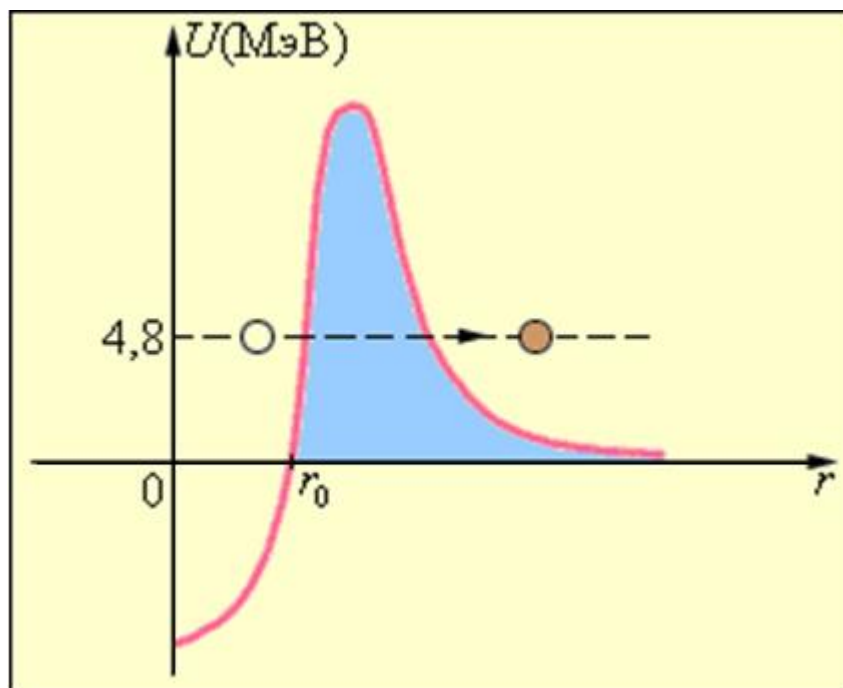
Зерттеулер көрсеткендей, радиоактивті заттар α - бөлшектерін энергияның бірнеше дискретті мәндерімен шығара алады. Ядролар атомдар сияқты әртүрлі қозған күйлерде болуы мүмкін. Мұндай қозған күйлердің бірінде α - ыдырауы кезінде туынды ядроболуы мүмкін. Бұл ядроның келесі негізгі күйге өтуі кезінде γ кванты шығарылады. 1.2-ші суретте кинетикалық энергияның екі мәнімен α - бөлшектерін шығаратын радийдің α -ыдырауының схемасы көрсетілген.



1.2- сурет. Радий ядросының α -ыдырауының энергетикалық диаграммасы. Радон ядросының қоздырылған күйі көрсетілген. Радон ядросының қоздырылған күйінен негізгі күйіне өтуі 0,186 МэВ энергиясы бар γ -квантты шығарумен бірге жүреді.

Осылайша, ядролардың α -ыдырауы көптеген жағдайларда γ -сәулеленуімен бірге жүреді.

α -ыдырау теориясында ядролардың ішінде екі протон мен екі нейтроннан тұратын, яғни α -бөлшектерден тұратын топтар пайда болуы мүмкін [6]. Аналық ядросы потенциалдық тосқауылмен шектелген α -бөлшектерге арналған потенциалдық шұңқыр болып табылады. Ядрода α -бөлшектердің энергиясы осы кедергіні жеңу үшін жеткіліксіз (сурет 1.3). α -бөлшектердің ядродан шығуы тек туннельдік эффект деп аталатын кванттық-механикалық құбылыс есебінен болуы мүмкін. Кванттық механика бойынша потенциалдық тосқауылдан өтетін бөлшектердің нөлден тыс ықтималдығы бар. Туннельдік құбылыс ықтималдық сипатқа ие.

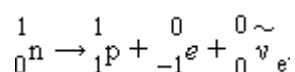


1.3 - сурет. Потенциалдық тосқауыл арқылы α - бөлшектердің туннелдеуі.

Бета - ыдырау.

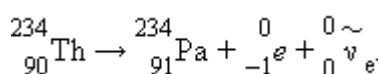
Бета-ыдырау барысында ядродан электрондар шығарылады. Электрондар ядро ішінде өмір сүре алмайды, олар β ыдырау кезінде пайда болады, нәтижесінде нейтрон протонға айналады. Бұл процесс тек ядро ішінде ғана емес, сонымен қатар бос нейтрондармен де жүреді. Еркін нейтрондардың орташа өмір сүру ұзақтығы шамамен 15 минут. Ыдырау кезінде нейтрондар протон мен электронға айналады. Өлшеулер көрсеткендей, бұл процесте энергияның сақтау заңының ауытқушылығы байқалады, өйткені нейтронды ыдырау нәтижесінде туындайтын протон мен электронның қорытынды энергиясы нейтронның энергиясынан аз болады. 1931 жылы В. Паули нейтронның ыдырауы кезінде энергияның бір бөлігін алып кететін массасы мен заряды нөлдік мәнмен тағы бір бөлшек шығарылады деп болжады.

1. Жаңа бөлшектер нейтрино (кіші нейтрон) деп аталады. Нейтринодағы зарядтың және массаның болмауына байланысты бұл бөлшектер заттың атомдарымен өте нашар өзара әрекеттеседі, сондықтан эксперимент жүзінде анықтау өте қиын. Нейтриноның иондаушы қуаты соншалықты аз, ауадағы иондалудың бір жолы шамамен 500 шақырымға созылады. Бұл бөлшек 1953 жылы ғана табылды. Қазіргі уақытта бірнеше нейтрино түрлерінің бары белгілі. Нейтронды ыдырау процесінде электронды антинейтрино деп аталатын бөлшектер пайда болады. Нейтрондық ыдырау реакциясы келесі түрде жазылады [6]:

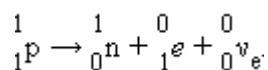


Осыған ұқсас процесс β - ыдырау кезінде ядро ішінде де орын алады. Ядролық нейтрондардың бірінің ыдырауы нәтижесінде «аналықтан» (ядродан) үлкен жылдамдықпен жарықтың жылдамдығынан тек пайыздық үлеспен ерекшеленуі мүмкін электрон лезде ытқып шығарылады. β -ыдырау кезінде β - электрондар кең ауқымда әр түрлі жылдамдықтарға ие болуы мүмкін болғандықтан, электрон, нейтрино мен туынды ядро арасындағы бөлінетін энергияның таралуы кездейсоқтық сипатта болады.

β -ыдырауда Z зарядтық сан - бірге артып, ал A массалық сан өзгеріссіз қалады. Туынды ядросы - элементтің изотоптарының бірінің ядросы болып, оның реттік саны Менделеевтің периодтық кестесіндегі бастапқы ядроның реттік санынан бір санына артады. β -ыдыраудың мысалына уранның α -ыдырауы кезінде пайда болатын торий изотопының палладийге айналуын келтіруге болады:



Электрондық β -ыдырауымен қатар ядродан позитрон мен нейтрино шығарылатын позитронды β^+ - ыдырау анықталған. Позитрон - бұл электронның - сыңарындай -бөлшек, одан тек зарядтың белгісімен ерекшеленеді. Позитронның бар болу мүмкіндігін 1928 жылы көрнекті физик П. Дирак болжаған болатын. Бірнеше жылдан кейін ғарыштық сәулелердің құрамында позитрон анықталған. Позитрондар келесі схема бойынша протонды нейтронға айналдыру нәтижесінде пайда болады:



Гамма ыдырауы.

Ядролардың γ -радиоактивтілігінің α - және β -радиоактивтілігінен айырмашылығы сол, ядро құрылымының өзгеруімен байланысты емес және зарядтың немесе массалық сандардың өзгеруімен бірге жүрмейді. α - және β -ыдырауымен бірге, туынды ядро қозған күйде болуы мүмкін және артық энергияға ие болуы мүмкін. Қоздырылған күйден ядроның негізгіге ауысуы бірнеше МэВ-ға жетуі мүмкін бір немесе бірнеше γ -кванттардың шығарылуымен бірге жүреді.

1.2 Радиоактивті ыдырау заңы. Ғарыштық сәулелену

Радиоактивті заттардың кез-келген үлгісі көптеген радиоактивті атомдарды қамтиды. Радиоактивті ыдырау кездейсоқ сипатқа ие болғандықтан және сыртқы жағдайларға байланысты емес болғандықтан, белгілі бір уақыт ішінде ыдырамайтын ядролардың $N(t)$ санының азаюы туралы заң радиоактивті ыдырау процесінің маңызды статистикалық сипаттамасы бола алады [7].

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N.$$

Δt - аз уақыт аралығында N -ыдырамайтын ядроларының саны $\Delta N < 0$ -ге өзгерсін. Нәтижесінде әрбір ядроның ыдырау ықтималдығы уақыт өткен сайын өзгермегендіктен, ыдырау саны $N(t)$ ядросының санына және Δt уақыт интервалына пропорционалды болады:

$$\Delta N = -\lambda N(t) \Delta t.$$

Пропорционалды коэффициент λ - $\Delta t = 1$ с уақыттағы ядроның ыдырау ықтималдығы. Бұл формула $N(t)$ функциясының өзгеру жылдамдығы функцияның өзіне тікелей пропорционалды екенін білдіреді.

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N.$$

Осындай тәуелділік көптеген физикалық есептерде орын алады (мысалы, резистор арқылы конденсатор разрядталу кезінде). Бұл теңдеудің шешімі экспоненталық заңға әкеледі:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t},$$

Мұндағы N_0 - $t = 0$ кезіндегі радиоактивті ядролардың бастапқы саны. $\tau = 1 / \lambda$ уақытында ыдырамайтын ядролардың саны $e \approx 2.7$ есе азаяды. τ - мәні радиоактивті ядроның орташа өмір сүру мерзімі деп аталады.

Радиоактивті ыдырау заңын практикада қолдану үшін басқа түде, яғни, e – нің орнына 2-ні пайдаланып жазған ыңғайлы:

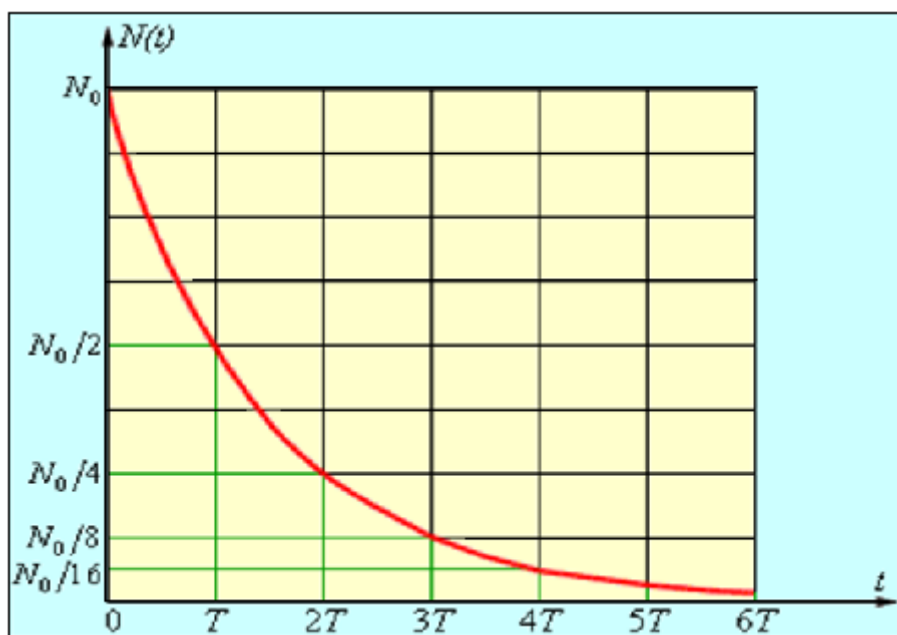
$$N(t) = N_0 * 2^{-T/t}$$

T - шамасы жартылай ыдырау периоды деп аталады. t – уақыт мезетінде радиоактивті ядролардың бастапқы мөлшерінің жартысы ыдырайды. T және τ мәндері келесі түрде байланысады:

$$T = \frac{1}{\lambda} \ln 2 = \tau \ln 2 = 0,693\tau.$$

1.2.1-суретте радиоактивті ыдырау заңы иллюстрацияланған. Жартылай ыдырау периоды - радиоактивті ыдырау жылдамдығын сипаттайтын негізгі шама. Жартылай ыдырау периоды аз болған сайын, соғұрлым ыдырау интенсивті өтеді. Осылайша, уран үшін $T \approx 4,5$ млрд жыл, ал радий үшін $T \approx 1600$ жыл. Сондықтан радийдің белсенділігі уранға қарағанда әлдеқайда жоғары.

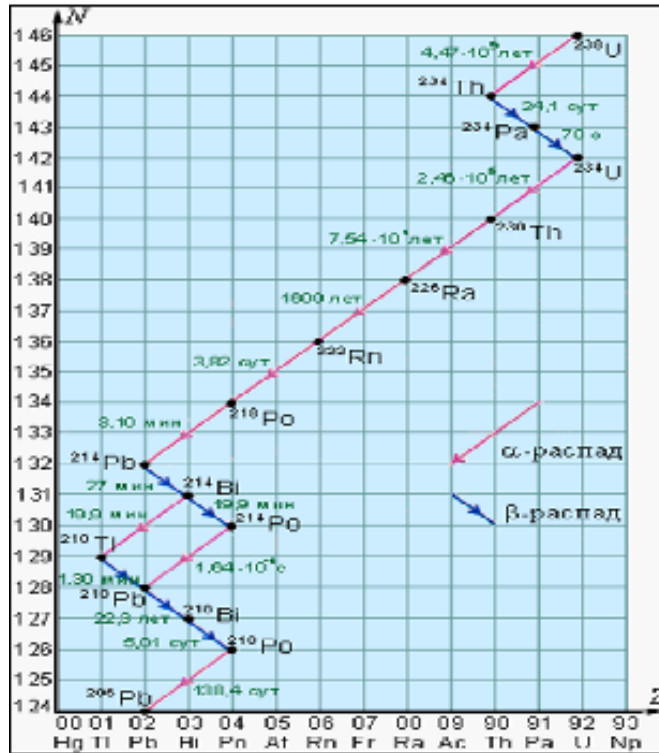
Жартылай периоды секунд үлесінде радиоактивті элементтер бар. α - және β - радиоактивтік ыдырауы кезінде туынды ядро да тұрақсыз болуы мүмкін. Демек, тұрақты ядролардың пайда болуына әкелетін бірқатар тізбекті радиоактивті ыдыраулар да болуы мүмкін. Табиғатта мұндай бірнеше сериялар бар [7]. Ең ұзыны 14 тізбекті ыдырау сериясынан тұратындар болып табылады (8 - альфа - ыдырау және 6 бета - ыдырау). Бұл серия тұрақты қорғасын изотопымен аяқталады (1.2.2-сурет).



1.2.1- сурет. Радиоактивті ыдырау заңы

Табиғатта ${}^{238}_{92}\text{U}$ сериясына ұқсас бірнеше радиоактивті серия бар. Сондай-ақ, табиғи шарттарда табылмаған ${}^{237}_{93}\text{Np}$ нептунийден басталатын және ${}^{209}_{83}\text{Bi}$ висмутпен аяқталатын сериялар белгілі. Бұл радиоактивті ыдырау сериясы ядролық реакторларда орын алады.

Радиоактивтіліктің қызғылықты қолданылуы - радиоактивті изотоптардың концентрациясы бойынша археологиялық және геологиялық іздестіру әдісі болып табылады. Соның ішінде радиокарбонды ең көп таралған әдісі. Ғарыштық сәулелерден туындаған ядролық реакциялардың салдарынан атмосферада ${}^{14}_6\text{C}$ тұрақсыз көміртегі изотопы пайда болады. Бұл изотоптың аз пайызы ${}^{14}_6\text{C}$ әдеттегі тұрақты изотоппен бірге ауада болады. Өсімдіктер мен басқа ағзалар ауадан көміртекті жұтып алады, онда екі изотопта ауадағыдай бірдей пропорцияда жиналады. Өсімдіктер өлгеннен кейін олар көміртекті тұтынуды тоқтатады және β -ыдырауы нәтижесінде тұрақсыз изотоп біртіндеп жартылай ыдырау периоды 5730 жыл ${}^{14}_7\text{N}$ азотқа айналады. Ертедегі ағзалардың қалдықтарындағы ${}^{14}_6\text{C}$ радиоактивті көміртектің салыстырмалы концентрациясын дәл өлшеу арқылы олардың өлім уақытын анықтауға болады.



1.2.2- сурет. ^{238}U Радиоактивті ыдырау схемасы. Жартылай ыдырау периоды көрсетілген.

Радиоактивті сәулеленудің барлық түрлері (альфа, бета, гамма, нейтрондар), сондай-ақ электромагниттік сәулелену (рентген сәулелері) тірі ағзаларға өте күшті биологиялық әсер етеді, олар тірі жасушаларды құрайтын атомдар мен молекулалардың қозу және иондалу үдерістерінен тұрады. Иондаушы сәулеленудің әсерінен күрделі молекулалар мен жасушалық құрылымдар бұзылып, дененің сәулеленумен зақымдалуына әкеледі. Сондықтан кез-келген радиацияның көздерімен жұмыс жасағанда, радиациялық аймаққа түсетін адамдардың радиациялық қорғауына барлық шараларды қолдану қажет.

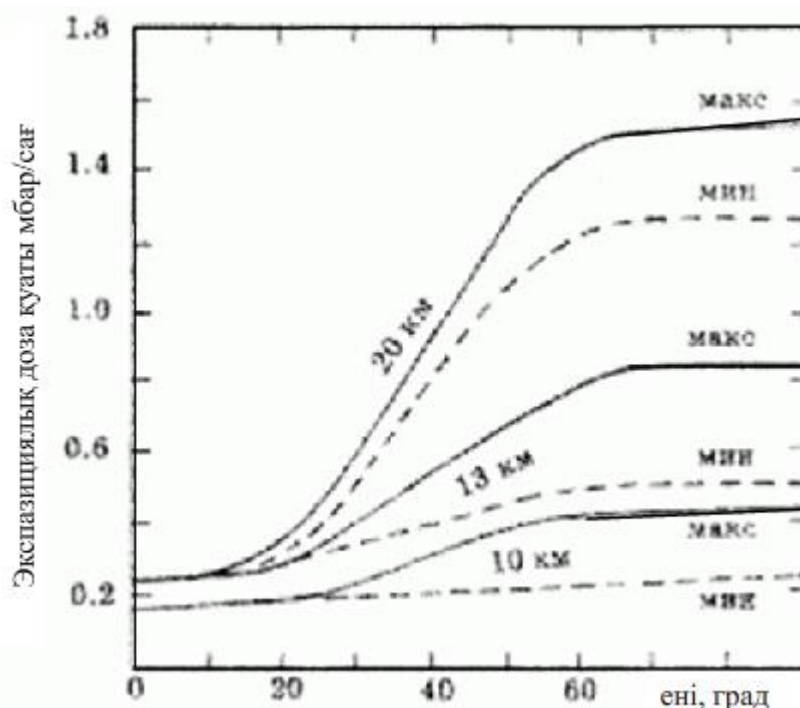
Ғарыштық сәулелену

Ғарыштық сәулелену Жердің магнит өрісі, галактикалық ғарыштық сәуле және Күннің корпускулалық сәулеленуі арқылы алынған бөлшектерден тұрады. Ол негізінен электроннан, протондан және альфа бөлшектерден тұрады. Жердің атмосферасымен өзара әрекеттескеналғашқы ғарыштық сәулеленуі қайталама (екінші) сәулеленуді тудырады. Нәтижесінде теңіз деңгейінде сәуле толығымен мюондар (басым көпшілігі) мен нейтрондардан тұрады [8, 9].

Теңіз деңгейіндегі ауадағы ғарыш сәулелерінің сіңірілетін қуат дозасының жылдамдығы 32 нГр / сағ құрайды және негізінен мюондар арқылы жасалады. Теңіз деңгейіндегі нейтрондар үшін сіңірілетін қуат дозасы - 0,8 нГр / сағ, ал

эквивалент доза қуаты- 2,4 нЗв / сағ. Ғарыштық радиацияның арқасында халықтың көпшілігі жылына шамамен 0,35 мЗв мөлшерінде доза алады.

Ғарыштық сыртқы сәулелену Жердің бүкіл бетіне әсер етеді. Алайда, сәуле шығару біркелкі емес. Ғарыштық сәулеленудің қарқындылығы күннің белсенділігіне, объектінің географиялық орналасуына және теңіз деңгейінен жоғары биіктікке өсуіне байланысты. Солтүстік және оңтүстік полюстерде қарқынды, ал, экваторлық аймақтарда аз қарқынды. Мұның себебі - Жердің магнит өрісінің ғарыштық сәулеленудің зарядталған бөлшектерін ауытқытуы. Ғарыштық сыртқы сәулеленудің ең үлкен әсері ғарыш сәулелерінің биіктіктен тәуелділігіне байланысты (1.2.3-сурет).



1.2.3- сурет. Күн циклының максималды және минималды белсенділігі кезіндегі күн радиациясының шамасының теңіз деңгейінен және географиялық кеңістіктегі биіктіктен тәуелділігі.

Күннің алауы - бұл ғарыштық ұшу кезінде радиациялық қауіп төндіреді. Күннен келетін ғарыштық сәулелер, негізінен кең қуат спектрінің протонынан (протон энергиясы 100 МэВ дейін) тұрады, Күннің зарядталған бөлшектері Жер бетіне жарық көрінгеннен 15-20 минуттан кейін жетеді. Алау ұзақтығы бірнеше сағатқа жетуі мүмкін.

Адам қабылдайтын радиациялық дозаның көлемі оның географиялық орналасуына, өмір салты мен жұмыс сипатына байланысты болады.

1.3 Космогенді радионуклидтер

Атмосферадағы (ішінара литосферада) ғарыштық сәулелер әсерінен жүретін ядролық реакциялардың нәтижесінде радиоактивті ядролар - космогенді

радионуклидтер пайда болады [10]. ^3H , ^7Be , ^{14}C және ^{22}Na адам ағзасына тамақпен келетін дозаны құруға үлкен үлес қосады (1.3.1-кесте).

1.3.1-кесте. Адам ағзасына жылдық түсетін орташа космогендік радионуклидтер

Адам ағзасына жылдық түсетін орташа космогендік радионуклидтер		
радионуклид	Түсуі Бк/жыл	Жылдық доза мкЗв (Зиверт)
^3H	250	0,004
^7Be	50	0,002
^{14}C	20000	12
^{22}Na	50	0,15

Жер үстінің радионуклидтерден сырттан әсер алуы.

Қазіргі уақытта Жер бетінде жартылай ыдырау периоды 107 жылдан астам 23 ұзақ өмір сүретін радиоактивті элементтер сақталған. Олардың кейбіреулерінің физикалық сипаттамалары 1.3.2-ші кестеде келтірілген.

Үш радиоактивті тобында: уран (^{238}U), торий (^{232}Th) және актиний (^{235}Ac), радиоактивті ыдырау процесстеріндеүнемі 40 радиоактивті изотоптар қалыптасады. Адам жер бетіндегі көздерден бір жылда сыртқы әсер етудің орташа тиімді эквиваленті дозасы шамамен 0,35 мЗв құрайды.

Жер үсті радиациясының деңгейі әр түрлі аудандардәртүрліше болады.

Жер үстінің радионуклидтерден ішкі сәулеленуі.

Адам ағзасында тыныс алу және асқорыту органдары арқылы кіретін жерден шыққан радионуклидтер үнемі кездеседі. ^{40}K , ^{87}Rb және ^{238}U және ^{232}Th ыдырау серияларының нуклидтері ішкі сәулелену дозасын қалыптастыруға үлкен үлес қосады (1.3.3-кесте).

Жер үстіндегі радионуклидтердің ішкі әсерінің орташа дозасы 1,35 мЗв / жыл құрайды [11]. Ең үлкен үлес (жылдық дозаның 3/4 шамасы) радонның және оның ыдырайтын өнімдерінің дәмсіз және иіссіз ауыр газынан келеді. Денеге кіргеннен кейін, өкпенің шырышты қабатының сәулеленуіне әкеледі. Радон жер қыртысының барлық жерінен босатылған, бірақ оның сыртқы ауадағы шоғырлануы жер шарындағы түрлі нүктелер үшін айтарлықтай өзгереді. Дегенмен, адам сәуле дозасының көпшілігі жабық желдетілмеген бөлмеден радоннан алады. Қолайлы климаты бар аудандарда радонның жабық кеңістікте шоғырлануы орташа есеппен сырттағы ауаға қарағанда шамамен 8 есе жоғары. Радонның көздері құрылыс материалдары да болып табылады. Мысалы, гранит пен пемза, кальций, шлак және басқа да көптеген материалдардың ерекше радиоактивтілігі бар. Радон жерден бөлмеге және аралық төбелердегі сызаттар, желдеткіш құбырлар арқылы әртүрлі жарықтар арқылы енеді. Тұрғын үйлерге түсетін радонның көздері табиғи газ және су болып табылады (1.3.4-кесте).

1.3.2-кесте. Жартылай ыдырау периоды 107 жылдан астам ұзақ өмір сүретін радиоактивті элементтер

Жер бетінде кездесетін радиоактивті изотоптар			
Радионуклид	Жер қыртысындағы салмағы	Жартылай ыдырау периоды, жыл	Ыдырау түрі
<i>Уран -238</i>	$3*10^{-6}$	$4,5*10^9$	β - ыдырау
<i>Торий- 232</i>	$10*10^{-6}$	$1,4*10^{10}$	β - ыдырау, γ -ыдырау
<i>Калий -40</i>	$3*10^{-16}$	$1,3*10^9$	β - ыдырау, γ -ыдырау
<i>Ванадий -50</i>	$4,5*10^{-7}$	$5*10^{14}$	β - ыдырау
<i>Рубидий -87</i>	$8,4*10^{-5}$	$4,7*10^{10}$	β - ыдырау
<i>Индий -115</i>	$1*10^{-7}$	$6*10^{14}$	β - ыдырау
<i>Лантан -138</i>	$1,6*10^{-8}$	$1,1*10^{11}$	β - ыдырау, γ -ыдырау
<i>Самарий -147</i>	$1,2*10^{-6}$	$1,2*10^{11}$	β - ыдырау
<i>Лютеций -176</i>	$3*10^{-8}$	$2,1*10^{10}$	β - ыдырау, γ -ыдырау

Кесте -1.3.3. Ішкі сәулеленудің орташа эффективті дозасы

Ішкі сәулеленудің орташа эффективті дозасы		
Радионуклид	Жартылай ыдырау	Орташа жылдық эффективті эквивалентті доза
^{40}K	164*109 жыл	180
^{87}Rb	4,8*1010 жыл	6
^{210}Po	160 тәулік	130
^{220}Rn	54 с	170-220
^{222}Rn	3,8 тәулік	800-1000
^{226}Ra	1600 жыл	13

Кесте -1.3.4. Әртүрлі радон көздерінен сәулелену қуаты

Әртүрлі радон көздерінен сәулелену қуаты	
Радон көзі	Сәулелену қуаты кБк/ тәулік
Табиғи газ	3
Су	4
Сыртқы ауа	10
Құрылыс материалдары және ғимараттар астындағы топырақ	60

Радонның және оның ядролық өнімдерінің концентрациясы 103-ден 104 Бк / см³-ге дейінгі әртүрлі елдерде 0,01-ден 0,1% аралығында орналасқан үйлердің үлесі [12, 13]. Бұл адамдардың өмір сүретін үйлеріндегі радонның шоғырлануының жоғары болуына байланысты көптеген адамдардың айтарлықтай сәулеленуіне ұшырайтынын білдіреді.

Жыл сайын тыңайтқыш ретінде бірнеше ондаған миллион тонна фосфаттар қолданылады. Қазіргі уақытта әзірленетін фосфаттардың көп бөлігі өте жоғары концентрацияда уран болып табылады. Тыңайтқыштардағы радиоизотоптар топырақтан азық-түлік өнімдеріне еніп, сүт пен басқа да тағам өнімдерінің радиоактивтілігіне әсер етеді.

Осылайша, табиғи көздерден ішкі сәулеленудің тиімді дозасы (1,35 мЗв / жыл) орта есеппен сыртқы дозадан шамамен екі есе (0,65 мЗв / жыл) артық болады. Демек, табиғи сәулелену көздерінен сыртқы және ішкі сәулеленудің жалпы дозасы орташа 2 мЗв / жыл құрайды. Жеке құрлықтар үшін бұл жоғары болуы мүмкін.

2. ӨЛШЕУ ӘДІСТЕРІ. РАДИАЦИЯ ДЕҢГЕЙІН ӨЛШЕЙТІН ҚҰРАЛДАР

2.1 Радиоактивтің шамасын және бірлігін өлшеу

Иондаушы сәулеленуді өлшеудің негізгі бірліктері. Экспозицияның дозасы (екі бірлік):

Рентген (Р) экспозициялық дозаның жүйеден тыс бірлігі болып табылады. Бұл 1 см^3 құрғақ ауада (қалыпты жағдайда $0,001293 \text{ г}$ массасы бар) $2,082 \times 10^9$ ионды жұпты құрайтын гамма немесе рентген сәулесінің мөлшері. Бұл иондар жұмыс және энергия бірліктерінде (CGS жүйесінде) ауамен сіңірілетін энергияның шамамен $0,114 \text{ эрг}$ ($6.77 \times 10^4 \text{ МэВ}$) болатын әр белгінің (CGSE жүйесінде) 1 электростатикалық бірліктегі зарядты тасымалдайды. ($1 \text{ эрг} = 10^{-7} \text{ Дж} = 2,39 \times 10^{-8} \text{ кал.}$). 1 г ауаға есептеген кезде бұл $1,610 \times 10^{12}$ иондық жұп немесе 85 г/г құрғақ ауаны құрайды. Осылайша, рентгендік физикалық энергия эквиваленті ауа үшін 85 эрг/г құрайды. (Кейбір деректер бойынша $83,8$ немесе $-88,0 \text{ эрг/г}$) [14]. 1 Кл/кг - SI жүйесінде экспозициялық дозаның бірлігі. Бұл 1 кг құрғақ ауадағы әр белгісінің 1 кулон зарядтауға болатын $6,24 \times 10^{18}$ ионды жұпты құрайтын гамма немесе рентген сәулесінің мөлшері. ($1 \text{ кулон} = 3 \times 10^9$ бірлік, CGSE = $0,1$ бірлік SGMS). $1 \text{ Кл} / \text{кг}$ физикалық баламасы 33 г/кг (ауа үшін).

Рентген және Кл/ кг арасындағы қатынастар төмендегідей:

$1 \text{ Р} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ Кл/кг}$ - дәлдікте.

$1 \text{ Кл/кг} = 3.88 \times 10^3 \text{ Р}$ - шамамен.

Жұтылу дозасы (екі бірлік):

Рад - жұтылатын дозаның жүйеден тыс бірлігі. 1 грамм заттың жұтқан 100 эрг сәуле энергиясына сәйкес келеді, («Грей» жүздігінің бөлігі)

$1 \text{ рад} = 100 \text{ эрг/г} = 0,01 \text{ Дж} / \text{кг} = 0,01 \text{ Гр} = 2 \text{ 388} \times 10^{-6} \text{ кал/г}$

1 рентген экспозициялық доза кезінде, ауадағы жұтылатын доза $0,85 \text{ рад}$ (85 эрг/г) болады.

Грэй (Гр) - бұл SI бірлік жүйесінде жұтылу доза бірлігі, ол 1 кг зат жұтатын сәулеленудің 1 Дж энергиясына сәйкес келеді.

$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг} = 10^4 \text{ эрг/г} = 100 \text{ рад.}$

Эквивалентная (баламалы) доза (екі бірлік):

Бэр - рентгендердің биологиялық эквиваленті (кейбір кітаптарда - рад). Жүйеден тыс эквиваленті доза өлшем бірлігі. Жалпы жағдайда:

$1 \text{ бэр} = 1 \text{ рад} * \text{К} = 100 \text{ эрг/г} * \text{К} = 0.01 \text{ Гр} * \text{К} = 0.01 \text{ Дж/кг} * \text{К} = 0.01 \text{ Зиверет.}$

Сәулеленудің сапа коэффициенті $\text{К} = 1$ болғанда, яғни 1 бэр рентген, гамма, бета-сәуле, электрондар мен позитрондар үшін 1 рад қабылданған дозаға сәйкес келеді.

$1 \text{ бэр} = 1 \text{ рад} = 100 \text{ эрг/г} = 0.01 \text{ Гр} = 0.01 \text{ Дж/кг} = 0.01 \text{ Зиверет.}$

Зиверет (Зв) - бұл SI жүйесінде баламалы және тиімді эквивалент дозаларының бірлігі. 1 Зв бұл – Грэй дозасында жұтылған шаманың (биологиялық тінге) К коэффициентіне көбейтіндісі 1 Дж/кг тең болатын балама

дозаға тең. Басқаша айтқанда, мұндай жұтылатын доза 1 кг заттан 1 Дж энергия шығарылған кездегідей болады.

Жалпы жағдайда:

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} \cdot K = 1 \text{ Дж/кг} \cdot K = 100 \text{ рад} \cdot K = 100 \text{ бэр.}$$

$K = 1$ кезінде (рентген, гамма, бета-сәуле, электрондар және позитрондар үшін) 1 Зв жұтылатын 1 Гр дозаға сәйкес келеді:

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг} = 100 \text{ рад} = 100 \text{ бэр.}$$

Қай жерде иондаушы сәулелену көзі қолданылса, онда барлық аймақтағы радиоактивті өлшеу мәселесі туады. Радиоактивті өлшеу әдісі пайдалы кен байлықты іздеу және табу кезінде, сәулелендіретін аппараттары технологиялық үрдістерге қолданғанда, ядролық энергетикалық қондырғыларды іске қосуда, радиоактивті шикі затты өндіруде, медицинада қолдану жолдарын тапты. Айнала қоршаған ортаны және олардың атмосферадағы радиоактивті заттардың құрамын сақтау, ең басты сұрақ болып саналады. Радиоактивті заттардың мөлшерін, оның массасын сипаттау күрделі әрі қиын. Заттың мөлшерін онда болып отыратын ыдырау арқылы белгілеген өте ыңғайлы. Бұл сипаттама радионуклид үлгінің активтігі деп аталады. Радионуклидтің активтігі A , ядроның аяқ астынан N өту санының осы өтуге кеткен t уақытқа қатынасымен өлшенетін шама:

$$A = N/t \quad (2.1.1)$$

Халықаралық жүйеде нуклидтің активтік бірлігі секундына бір ыдырау қабылдаған, ол Беккерель (Бк) деп аталады. Практикада әліде жүйеден тыс Кюри (Ки) қолданылуда. Кюри мен Беккерель арасындағы қатынас:

$$1 \text{ Ки} = 3700 \cdot 10^{10} \text{ Бк,}$$

N – үлгідегі барлық ядролық сәулелер саны екендігін ескету керек. Олардың туынды өлшем бірліктері де қолданылады. Мысалы, көздің сыбағалы активтігі A – радионуклид активтігінің үлгі массасына немесе элемент массасының қатынасына тең:

$$A_m = A/m \quad (2.1.2)$$

Өлшем бірлігі – Бк/кг.

Көздің көлемдік активтілігі A_m – радионуклидтік көздің активтігінің оның көлемінің қатынасына $A_m = A/V$ тең. Негізгі өлшем бірлігі Беккерель бөлінген текше метр: (Бк/м³), Бк/мл, кБк/мл, МБк/мл, Бк/л, т.б. қолданылады.

2.2 Дозиметрлік құралдардың түрлері және радиоактивтік сәулелерді тіркеу әдістері

Иондаушы сәулеленуді өлшеу үшін көптеген түрлі құрылғылар мен қондырғылар жасалған. Оларды негізінен үш түрге бөледі [15,16].

Радиометрлер - иондаушы сәуле ағынының тығыздығын және радионуклидтердің белсенділігін өлшеуге арналған құрылғы.

Спектрометрлер –иондаушы сәулеленудің энергиясы, заряды, бөлшектерінің массасы бойынша сәулеленудің таралуын зерттеуге арналған (яғни кез келген материалдардың үлгілерін, иондаушы сәулелену көздерін талдауға арналған) құрылғы.

Дозиметрлер –радиация деңгейін, яғни дозаны, дозаның қуатын және иондаушы сәулеленудің қарқындылығын өлшеуге арналған құрылғы.

Бұл құрылғылармен қатар белгілі бір функцияларды біріктіретін әмбебап құрылғылар да бар. Заттың белсенділігін өлшеуге арналған (яғни, ыдыраусаны /сек анықтайтын), альфа, бета және басқа да сәулеленуді тіркеуге, жазуға арналған құралдар да бар.

Гамма және бета-сәулеленуді анықтауға және оның деңгейін бағалауға қабілетті (рентгенометрлер, радиометрлер және т.б.) иондаушы сәулелену көздерін іздестіруге, анықтауға, іздеуге арналған арнайы құрылғылар немесе іздестіру құралдары бар.

Зерттеу жеріндегі радиацияның бар немесе жоқтығы туралы мәлімет алуға арналған индикаторлық құралдар бар, көбінесе «көп - аз» принципі бойынша жұмыс істейді.

Бірақ, өкінішке орай, дозиметрлер класына жататын, яғни дозаны немесе дозаның қуатын өлшеу үшін арнайы құрастырылған құрылғылар аз.

Альфа, бета, гамма сәулеленудің түрлерін өлшеуге болатын әмбебап дозиметрлер аз.

Негізгі тұрмыстық дозиметрлер «ДРГ» - «Рентгендік гамма-дозиметр» деп аталады, олар кішкентай көлемде (жан қалтада ұстайтындай) болуы мүмкін және тасымалдауға болады, рентген және гамма-сәулелену мөлшерінің қуатын өлшеуге арналған. Сондықтан олардың көмегімен гамма-сәулелену қуатын анықтау және өлшеу, сол жерде альфа және бета-сәулеленудің бар екендігін білдірмейді. Керісінше, рентгендік және гамма-сәулеленудің болмауы альфа және бета-сәулелендіргіштің жоқ дегенді білдірмейді.

Гамма және рентген сәулелерінің экспозиция мөлшерін өлшеу үшін ДРГ-3-01 типтегі дозиметрлерді 0,1(0,2; 03) қолдану; ДРГ -05; ДРГ -01; ДРГ -01Т және олардың аналогтарын қолдану рұқсат етілген.

Кез-келген жағдайда экспозициялық дозаның қуатын немесе шамасын өлшеу үшін қандай да бір құрылғыны пайдаланбас бұрын, нұсқауларды оқып, қандай мақсатқа арналғанын білу керек. Кейбіреулері дозиметрлік өлшемдерге сәйкес келмеуі мүмкін. Әрқезде құралдың қандай өлшем бірлікке градуирленгеніне назар аудару керек. Осы құралдардан басқа, иондаушы сәулелену көздерімен тікелей жұмыс істейтін адамдардың жеке дозиметрлік бақылауға арналған құралдары да (аспаптар, кассеталар, датчиктер және т.б.) бар.

Дозиметрдің дизайны мен түріне қарай радиацияның бірнеше түрін немесе альфа, бета, гамма, рентген немесе нейтронды сәулеленудің тек бір түрі ғана өлшеуге болады. Радиацияның бірнеше түрін өлшеуге қабілетті дозиметрлер

күрделі құрылғыға ие, өте қымбат және негізінен кәсіби өлшеу құралдарына жатады. Тұрмыстық мақсаттар үшін әдетте дозиметрлер сәулеленудің бір немесе екі түрін - гамма, бета және кейде альфа сәулеленуін өлшейді. Тұрмыстық дозиметрлерде өлшенген мәндер ауқымы мен өлшеудің үлкен қателігі бар, яғни үйдегі дозиметрлердің дәлдігі аз.

Дозиметрлер сәулелену деңгейін өлшеуге немесе радиоактивті қауіптер үшін ескерту индикаторлары ретінде қолдануға болады. Олардың функционалдық мақсаттарына сәйкес дозиметрлерді топтарға бөлуге болады [17, 18] :

- Индикаторлар немесе дабылдар сандық дисплейі жоқ, бірақ радиация қауіпі туындаған жағдайда ғана жеңіл немесе дыбыстық сигнал беретін өте төмен сезгіштік және төмен дәлдікпен қарапайым құрылғылар.

- Өлшеу құралдары - сәулелену деңгейін көрсететін цифрлық немесе аналогты индикаторы бар, фондық сәулеленуді өлшеуге арналған аспаптар. Радиацияның деңгейі әртүрлі бөліктерде көрсетілуі мүмкін, әдетте мкЗв / сағ.

- Іздеу құралдары, әдетте қашықтағы (сыртқы) қосымша детекторлармен өте сезімтал өлшеуіш аспаптар болып табылады. Бұл құрылғылар радиациядағы ең аз өзгерістерді іздеу үшін қолданылады. Әдетте шекара күзетшілері мен басқа да арнайы қызметтерді тексеру үшін пайдаланылады.

Дозиметрдің құрылысы

Кез келген дозиметрдің жұмысы бірдей жұмыс қағидаттарына негізделген. Барлық дозиметрлердің негізгі элементі – радиация датчигі. Жұмыстық қолдану бағытына байланысты радиация датчиктері келесідей бөлінеді [19] :

- Ионизация камералары - орындауы бойынша газбен толтырылған камералардың конструкциясынан тұратын датчиктер. Жұмыс істеу принципі зарядталған бөлшектердің әрқайсысы өтіп бара жатқанда газ шығаратын камерада орын алған электрлік бұзылыстарды тіркеуге негізделген. Олар негізінен бета және гамма сәулелерін тіркеу үшін қолданылады. Газразрядтық датчиктері қарапайым конструкцияланған және арзан. Альфа сәулеленуін тіркеуі нашар.

Газразрядтық датчиктердің ең көп тараған түрі - тұрмыста және кәсіби дозиметрлерде қолданылатын Гейгер-Мюллер есептегіші.

- Сцинтилляциялық кристалдар – шығу тегі органикалық емес немесе органикалық кристалдар болып табылады. Жұмыс істеу принципі зарядталған бөлшектер (электрондар, протондар, нейтрондар, альфа бөлшектер) кристаллдан өтіп онда генерацияланған кездегі кристалдарда пайда болатын фотонды тіркеуге негізделген. Радиацияның барлық түрлерін тіркеу үшін қолдануға болады. Олар негізінен іздеу құрылғыларында қолданылады, себебі олар жоғары сезімталдық пен дәлдікке ие. Сонымен қатар өлшемдер үлкен және қымбат тұрады.

- Қатты күйдегі жартылай өткізгіш детекторлар - кристалдар мен жартылай өткізгіш материалдан тұрады. Жұмыс принципі зарядталған бөлшектер (электрондар, протондар, нейтрондар) өтіп жатқанда материалдың электр өткізгіштігінің өзгеруіне негізделген. Радиацияның барлық түрлерін тіркеу үшін

қолдануға болады. Олардың дәлдігі жоғары емес, бірақ олар мөлшері аз және арзан.

Дозиметриялық өлшеу құралдары. Өндірістік тәжірибе кезінде Атырау қалалық «Ұлттық сараптау орталығы» ШЖҚРМК қолданылатын келесі аспаптар жұмыстарымен таныстырылды.

1. РКС-01 - Гамма және бета-сәулелену көздерін тез анықтау және локализациялау үшін телескоптық штангасы бар ықшам іздеу құрылғысы [20]. Кіріктірілген 4-ші Гейгер-Мюллер есептегіштерінің арқасында гамма фонын жылдам бағалау үшін тек 5 секунд қажет. Люминесцентті артқы жарығы бар үлкен дисплей өлшем нәтижелерін, өлшем қателерін, шекті деңгейін және нақты уақытты көрсетуге мүмкіндік береді. Радиацияның қарқындылығының аналогты индикаторының болуы сәулелену көздерінің орналасуын жеңілдетеді. Құрылғының 1200 өлшем жасауға және 999 нысанынзерттеу үшін орнатылған жадысы бар. Қолдану мақсаты: қоршаған ортаның гамма және рентген сәулелерінің эквивалент қуатдозасын өлшеу; бета-бөлшектердің беткі ағынының тығыздығын өлшеу; нақты уақыт пен күні, сондай-ақ дабыл функциясын көрсету.

Қолданылатын орны:

- Санитария және экология
- Ағаш өңдеу және ағаш өңдеу өнеркәсібі
- Құрылыс индустриясы
- Тау-кен өнеркәсібі
- Металлургия және металл сынықтары
- Кеден және шекара қызметі

2. ДРБП-03. Радиациялық зерттеулер кезінде ДРБП-03 дозиметрлі-радиометрі пайдаланылады. Құрылғы гарнитуралардағы санау жылдамдығының дыбыс сигналына ие, өлшеу диапазонындағы шекті мәндерді біркелкі орнату, портативті штангасы бар ықшам жеңіл метал корпус. DRBP-03 жоғары сенімділікке ие, ыңғайлы және оңай жұмыс істейді. Ол $H^*(10)$ гамма-сәулеленуінің эквивалентті дозасын өлшеу кезінде, $H^*(10)$ гамма-сәулеленуінің (оператор дозасы) эквиваленттік дозасы, альфа-бөлшектердің және бета-бөлшектердің ағынының тығыздығын өлшеу кезінде қолданылады.

3. СРП-88 барлау сцинтилляциялық құрылғысы бетті радиометриялық зерттеуінде гамма-сәулелену арқылы жыныстар мен рудалардың радиоактивтілігін жанама өлшеуге арналған.

SRP-88N құрылғылары портативті гамма-радиометр болып табылады.

SRP-88N техникалық сипаттамалары:

- Тіркеудің бастапқы энергетикалық шегі 50 кэВ аспайды.
- Гамма сәулелену ағынының рұқсат етілген негізгі қателігінің шектері $\pm 10\%$ құрайды.
- Гамма ағынының өлшем диапазоны 10 с-1-ден 30 000 с-1-ге дейін.
- Жұмыс режимін орнату уақыты - 1 мин.
- Рұқсат етілген үздіксіз жұмыс уақыты - 8 сағат

4. ДКС-96 Адам қызметінің барлық салаларында дозиметрия мен радиометрияның барлық негізгі міндеттерін шешуге мүмкіндік беретін сенімділік пен бөлімшелердің үлкен таңдауымен ерекшеленетін кең қолданылатын дозиметр-радиометр. Ол радиациялық жағдайды сипаттайтын барлық негізгі шамаларды өлшеуді қамтамасыз етеді және иондаушы радиацияның барлық негізгі түрлерінің көздерін іздейді. Кез келген объектілерде жұмыс орындарын бақылауға арналған әмбебап құрылғы. Құрылғы жаңа құрылғылармен және стационарлық өлшеуіш пультімен толықтырылған. Қызметі:

- Үздіксіз және импульстік рентген және гамма-сәулеленудің $H^*(10)$ дозасын өлшеу $H^*(10)$ және эквиваленттік доза мөлшерін өлшеу;
- альфа және бета сәулелену ағынының тығыздығын өлшеу;
- $H^*(10)$ дозасын өлшеу, $H^*(10)$ дозаның қуатын және нейтронды сәуле ағынының тығыздығы;
- гамма-сәуле ағынының тығыздығын өлшеу;
- оқшаулау және ластану радиоактивті көздерді іздестіру;
- ұңғымаларда және сұйық ортада гамма-сәулеленудің ағынының тығыздығын және экспозициялық дозасын өлшеу;
- географиялық координаттарға қатысты GPS-датчиктің көмегімен радиациялық зерттеу;

- Қайта есептеу құрылғысы ретінде пайдаланылады.

5. ДКС-АТ 1123 Жалпы бағыттағы рентген диагностикалық, флюорографиялық, мамографиялық, компьютерлік томография, стоматологиялық аппараттарды өлшейтін аспап. *Өлшеу қызметі:*

- Үздіксіз және қысқа әрекет ететін рентген және гамма-сәулеленудің $H^*(10)$ қоршаған ортасының мөлшерін;
- Импульстік сәулеленудің $H^*(10)$ қоршаған орта мөлшерінің дозасы (DKS-AT1123 үшін);
- $H^*(10)$ рентгендік және гамма-сәулеленудің сыртқы дозасы.

Қасиеттері:

- максималды доза қуатының мәнін автоматты есте сақтау;
- импульстегі доза қуатын өлшеу;
- дозаның және доза қуаты бойынша шекті деңгейлерін белгілеу;
- шекті деңгейден асқандадыбыстық және көрнекі нұсқаулар (индикация);
- өлшеу нәтижелерін дозиметрдің жадына жазу және сақтау;
- қашықтан басқару пультімен қашықтан өлшеу мүмкіндігі;
- қашықтан басқару пультімен детектордың дозиметрі ретінде стационарлық орналастыру және пайдалану мүмкіндігі;
- RS-232 / USB интерфейсі.

Жалпы бағыттағы рентген диагностикалық, флюорографиялық, мамографиялық, компьютерлік томография, стоматологиялық аппараттарды өлшейтін аспап.

6. Рамон-Радон-01.Бөлме ішіндегі радонның ағымдық тығыздығын, топырақ бетіндегі радонның ағымдық тығыздығын өлшеу құралы.

Мақсаты: Радонның радиометрі және оның туынды ыдырайтын өнімдер RAMON-02 радонның Rn222 баламалы тепе-теңдік көлемдік белсенділігін (EEVA), Радонның (DPR) ыдырауы өнімдерінің «жасырын энергиясы» және ТРОН Rn220 (DPT) PaA, PaB және PaC және радиохимиялық, геологиялық және радиоэкологиялық зерттеулер кезінде ауада, бөлмеде және ашық жерлерде EORA торонының спектрометриялық анықтау мүмкіндігі.

«Рамон РАДОН-01» радон көлемі белсенділігін өлшеу үшін арналған - түрлі ақпарат құралдарында Rn222 - ауада, су, түрлі беттерін (дем шығару) топырақтың радон ағынының. «RAMON-02» бірыңғай пакетте «RAMON-RADON-01» біріктіріледі.

Ерекшеліктері:

- радонның және thoron эквивалентті
- теңсалмақты көлем белсенділігі (EEVA) көрсетілген құнының тікелей өлшеу;
- жылдамдығы: толық өлшеу циклі 4 мин алады;
- жоғары сезімталдығы: өлшеудің төменгі шегі - 4 Бк / м³; құрылғының Бк / м³ - жоғары автономиясы 105 × 5 4 80 өлшеу
- кең өлшеу ауқымын батареяларды қуаттандырусыз;
- спектрометриялық техника қолданылады өлшемдер.

7. Рамон-02. Ашық ауада және тұрғын үй және жұмыс орындарының ауасында радон және таронның тепе-теңдік эквиваленттік белсенділік көлемін экспрестік өлшеу құралы.

8. Альфа-бета радиометр УМФ-2000. Табиғи радионуклейдті ауыз су, жер аста суы, скважиналар, тұрмыста қолданылатын су көздерінің су сынамасының радиохимиялық және суммарлық альфа-бета белсенділігін өлшеуге арналған аспап.

9. Альфа-Спектрометр. Спектрометрикалық көздерде альфа сәулелендіретін идентификация және белсенділіктің өлшеуін жүргізу үшін арналған вакуумдық және есептік үлгіден әр түрлі материалдардың сынауын радиохимиялық зерттеуге арналған аспап.

Радиоактивтік сәулелерді тіркеу әдістері.

Табиғи радиоактивтік ыдырау немесе ядролық реакциялар кезінде ядро шығаратын бөлшектер массасына тәуелді ауыр, жеңіл және электромагниттік толқын; электр зарядына тәуелді зарядталған және нейтрал бөлшектер; энергиясына тәуелді тез және баяу қозғалған бөлшектер болып бөлінеді. Ядролық бөлшектердің осы аталған әр түрлі қасиеттеріне байланысты оларды тіркеудің де әдістері түрліше. Ядролық бөлшектерді тіркеу әдістерінің көбі ол бөлшектердің тіркегіш денемен (детектормен) әсерлескен кездегі орын алатын құбылыстарға негізделген. Радиоактивтік сәулелердің бірі болып есептелетін гамма сәулесі денемен әсерлескенде мынандай процестер өтуі мүмкін [7]:

Фотоэффект. Гамма сәулесінің энергиясы тұтасымен атомның бір электронына беріліп соның нәтижесінде ол электрон атомды тастап шығады.

Комптон эффектiсi. Гамма сәулесінің энергиясы бірнеше атомның электрондарына немесе бір атомның бірнеше электрондарына бөлініп беріледі де, соның нәтижесінде ол атомдар иондалу да, қозуы да мүмкін. Тіпті

энергиясының біраз бөлігін ғана ортаға беріп қалған энергиясымен ортадан шығып кететін де гамма сәулелері болады. Бұл айтылған екі жағдайда да Комптон эффектісі орын алады деп есептеледі.

Электрон – позитрон қосағының пайда болуы. Егер гамма сәулесінің энергиясы электрон мен позитронның тыныштық энергиясының қосындысынан артса, яғни мына теңсіздік орындалса, онда ортада таралып келе жатқан гамма сәулесінің орнына тыныштық массасы бар, зарядтары бар электрон мен оның анти бөлшегі позитрон пайда болады.

Гамма – гамма, гамма – нейтрон, гамма – протон т.б. әр түрлі ядролық реакциялар жүруі мүмкін.

Жоғарыда келтірілген құбылыстарға негізделген гамма сәулесін тіркейтін және оның энергиялық спектрін анықтайтын тіркегіштердің кейбірін қарастырайық:

Сцинтилляциялық тіркегіш. Бойына өте аз мөлшерде талий атомдары сіңірілген натрий – йод кристалынан гамма сәулесі өткенде фотоэффект құбылысы орын алады. Яғни фотоэлектронның энергиясы көп электронға бөлінеді. Жаңадан пайда болған электрондардың энергиясы басқа атомды иондауға жетпей қоздырумен тынатын жағдай туады. Ал қозған атомдар артық энергиясынан көбінесе электромагниттік толқын шығару арқылы құтылатынын білеміз. Оптикалық деңгейлері қозған атомдардың шығарған сәулелерінің де спектрі оптикалық облыста жатады. Сонымен гамма сәулесінің энергиясы көптеген жарық кванттарының энергиясына ауысады. Басқаша айтқанда бойынан гамма сәулесі өткен натрий – йод кристалы жарық шығарады. Сондықтан бұл кристаллды сцинтиллятор (жарық шығарғыш) деп атайды. Егер осы сцинтиллятордан шыққан жарықты фотокөбейткіштің катодына түсірсек, әрбір квант фотокатодтан бір электрон ығыстырып шығарады да жарық энергиясы электр тогының импульсіне айналады. Бұл импульстің шамасы фотокатодқа түскен жарық кванттарының санына тура пропорционал, ал жарық кванттарының саны гамма квантының энергиясына пропорционал. Олай болса, фотокөбейткішке тіркестірілген сцинтилляциялық детектордың көмегімен гамма сәулелерінің энергиялық спектрін анықтауға болады.

Гейгер – Мюллер есептеуіш аспабы. Арнайы газ толтырылған түтік қабырғасының ішкі бетіне металл қапталады да түтіктің осімен металл сым тартылады. Сонда бұл өткізгіштерді ток көзінің әр полюстеріне жалғап түтік ішінде біртекті емес өріс тудыруға болады. Газ арқылы гамма сәулесі немесе басқа иондаушы бөлшектер өтсе, түтікте разряд пайда болып сыртқы тізбекте ток жүреді.

Разрядтағы ток күші зарядталған бөлшектер ағыны түзетін бастопқы ион мөлшеріне тәуелді болмай, электрондар арасындағы кернеу шамасымен, олардың пішінімен, газ тегімен, қысымымен т.б. анықталады. Сондықтан Гюгер – Мюллер есептегішін бөлшектер энергиясын импульс шамасы бойынша анықтауға пайдалануға болмайды. Дегенмен олардың сезімталдығы өте жоғары, импульс шамасы 0,1 – 10 В. Есептегіш өзі арқылы өтетін барлық зарядталған бөлшектерді тіркей алады.

Вильсон камерасы. Вильсон камерасының көмегімен зарядталған бөлшектің ізін зарядталмаған бөлшектің ізінен оңай ажыратуға болады. Поршеньді өте тез жылжыту арқылы камераның ішіндегі газды адиабаталық сиреткен кезде газ асқын суынған күйге түседі. Дәл осы мезгілде зарядталған бөлшек газды иондаса, сол иондардың айналасында сұйық тамшылары пайда болады. Арнайы терезеден түскен жарық тамшылардан шағылып фотоаппаратқа түседі. Сөйтіп ядролық бөлшектің газдағы ізі суретке түсіріледі. Иондардың тығыздығына, іздің ұзындығына, пішініне қарап газдан қандай бөлшектің өткенін анықтауға болады.

Дозиметриялық бақылау жүргізудің әдістемесі. Жылжымалы дозиметриялық құралдар мен радиоактивті заттармен жұмыс істейтін барлық жұмыс орындарында жоспарлы бақылау жүргізіледі. Осы мақсатқа дозиметристер дозиметриялық бақылау нәтижесін, құралдардың көрсетуін түсіретін журнал арнайды. Айына бір рет жүргізілетін жоспарлы бақылаумен қатар, жөндеу жұмыстары кезінде, сол сияқты жұмыс күнінің ережесінің бұзылуына, өзгеруіне байланысты қажетті жағдай туғанда бірқатар жүйелі тәртіппен өлшеулер жүргізілді. Егер өлшенген доза шекті рұқсат етілген мөлшерден асып кетсе, жұмыс уақыты мына формуламен қайта есептеледі [21]:

$$\frac{t \cdot P_{\text{шекті}}}{t_p} = P \text{ мкР/сағ} \quad (1)$$

Мұндағы, t_p – жұмыс күнінің сағатпен алынған ұзақтығы, $P_{\text{шекті}}$ – жұмыс күнінің берілген ұзақтығындағы мкР/сағ – пен берілген шекті рұқсат етілген дозаның қуаты, P – дозаның мкР/сағ – пен өлшенген қуаты.

Контейнер немесе изотоп камерасының айналасына бақылау жүргізгенде әртүрлі операцияны орындаушы қызметкерлердің жүретін жерінің түрлі нүктелерінде өлшеулер жүргізу керек.

Жекелеген дозиметрлық бақылау жүргізу үшін сәулемен жұмыс жасайтын қызметкерлердің жұмыс киіміне арнайы бекітілген меншікті дозиметрлер қолданылады. Қазіргі кезде арнайы фотопенканың (ИФК әдісі) түрлерін қолдануға негізделген, ал аз иондауға немесе конденсациялық камера (ИДК әдісі) және жарқыл беретін фосфорлық (ИЛК әдісі) дозиметрлер кеңінен тараған. Жекелеген дозиметрлық бақылауда сәуле бар не болуы мүмкін орындардағы барлық қызметкерлер толық қамтылады.

Арнайы дозиметрлық бақылау деп, тіркегіш (датчик) гамма өрістің нүктелеріне орнатылған, бақылау жүйесі екенін түсіну керек. Прибордың көрсетуін сол бөлмеде жұмыс жасайтын қызметкерлер қадағалайды.

Дозиметрлық құралдардың түсініктемесі және олармен жұмыс жүргізу
ДРГЗ - 03 дозиметрі доза қуатының және кванттар энергиясының кең диапозондағы рентген және гамма – сәулелердің белгілі жүйемен орналасқан дозасының қуатын өлшеуге арналған. Бұл дозиметрдің диапозоны 0- ден 10^3 мкР/с аралығында, ал энергия үшін 20 – дан $3 \cdot 10^3$ кэВ – қа дейін. Дозиметр жұмысының орнықтылығын тексеру үшін, дозиметр стронций -90 + иттрий -90 Т – 19 типті бақылау көзімен қамтамасыз етілген. Детектрлеу блогы,

фотокобейткішті магнит өрісінен сақтау қызметін атқаратын болат цилиндр түрінде дайындалған. Цилиндрдің алдыңғы маңында, жарық ағынан жауып, ауа эквиваленттік сцинтиллятордан сақтайтын жапқыш монтаждалған. Төменгі жағына, ФЭУ – ді қоректендіретін кернеуді бөліп беру рөлін атқаратын көбейту желісі мотаждалған. Басқару желісі – қақпақтан, түбі және тұғырдан, қаңқа мен керегеден тұрады, оған басқару жүйесінің желісі бекітіледі. Төменгі жағына қоректендіру блогінің ток сезгіштігін реттеу элементі орналастырылған. Дозиметрдің жұмыс істеу негізі ауа эквивалентті сцинтиллятордың орташа сцинтилляциялық интенсивтігін өлшеу негізделген. Ол өлшенетін дозаның қуатына пропорционал.

2.3 Атырау қаласы бойынша қоршаған ортаның радиациялық әсерін зерттеу

Атырау қаласының «Ұлттық сараптама орталығы» халықтың санитарлық-эпидемиологиялық игілігін қамтамасыз ету мақсатында жұмыстар атқарады. Ондағы зертханалар негізінен алты бағыт бойынша жұмыстар жүргізіледі. Олар:

- санитарлық- гигиеналық зертханалары мұнда: полимер материалдарын және басқа да химиялық құрылымдар, улы химиялық, пестицидтер токсикологиясы, тамақтану, коммуналдық, өнеркәсіптік гигиеналар, физикалық-химиялық зерттеулер жүргізіледі.

- бактериологиялық;
- вирусологиялық;
- радиологиялық;
- аса қауіпті жұқпалы;
- дезинфекциялық.

Аталған зертханаларда тұрғындардың денсаулығы мен өмір сүру жағдайын жақсарту, өмір қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында қажетті қызметтерді атқарады. Зерттеу жұмыстары аталған мекеменің «радиологиялық» зертханасында жүргізілді.

Енді, Атырау қаласы бойынша қоршаған ортаның радиациялық әсерін зерттеу нәтижелерін көрсетеміз. Ол үшін Атырау қалалық «Ұлттық сараптау орталығы» ШЖҚРМК қолданылатын аспаптар көмегімен өлшеулер нәтижелері алынып, диаграмма түрінде сипаттап, қорытындылар жасадық.

Дозиметрлерді жұмысқа дайындау

Флора 2 эмбебап құралын (сурет 2.3.1) пайдалану. В2 ажыратып – қосқышты «нөл қалпына» қойып, жұмыстың түріне арналған ажыратып – қосқыш «НАКАЛ» күйіне қойылады. Қоректендіру блогіндегі құралдың тілін бөліп алынған сектордың бірінші оң жақ шегіне қояды. 2 минут қыздырғаннан кейін В1 – ді «ток стаб.» күйіне қояды. Құралдың көрсетуі төменгі мөлшері бойынша I-I, I бөлігіне қойылуы керек. Реттеу потенциометр III көмегімен жүргізіледі.

Ажыратып – қосқыш В1 «АНОД» күйіне қойылады да, 3 минут қыздырғаннан кейін өлшеуіш құралдың тілі төменгі мөлшері бойынша 7-8 В

көрсетуі керек. 5 минут қыздырғаннан кейін В1 «өлшеу» күйіне, ал В2 өлшеулердің керекті диапазонына қойылады. Жарықты жапқыш (затвор) арқылы жауып, құралдың тілін 0-ге қояды, осыдан кейін бақылау көзінің қақпағын ашып, экспозициялық дозаны өлшейді. Құралдың тілі паспорттағы мәнді көрсетуі керек. Дозиметр жұмысқа дайын.



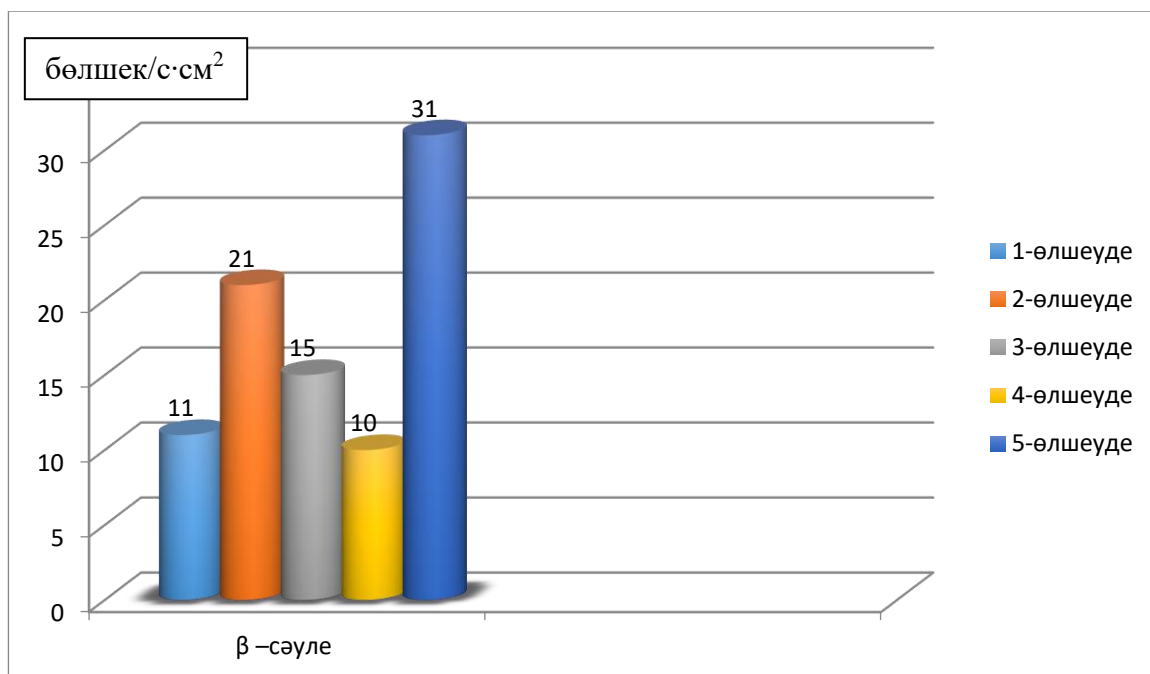
2.1- сурет. Флора 2 эмбебап құралы

Бақыланатын аймақтың әртүрлі нүктелеріндегі белгілі бір жүйемен орналасқан дозаларды өлшеу үшін, құралдың тілін 0-ге келтіріп, затворды ашып, детектрлеу блогын өлшенетін орынға бағыттайды да, бақыланатын аймаққа өлшеу жүргізіледі. Бақыланатын аймақтың әр жеріндегі ДРГЗ – 03 дозиметрінің көрсетуі жазылады: қорғаныс экранының қабырғасындағы, жұмыс орындарының, үдеткіштің басқару жүйесінің бағытындағы, сәуле ағынын сөндіргеннен кейінгі үдеткіш залындағы дозаның мөлшері жазылады. Бір күнгі, аптадағы, жылдағы жұтылған дозаның мөлшерінің есебі жүргізіледі. Содан соң әртүрлі жұмыстардағы жұтылған дозаның мөлшерінің есебін жүргізіп, хронометрлік кестесін құру жұмыстары жүргізіледі.

Зерттеу жұмыстары «Атырау темір жол вокзалы», «Атырау ЖЭС» электр станциясы, «Бірлік селосы», «Атырау мұнай өңдеу зауыты», «KaztransOil», «Атырау облысы, Индер ауданы», «Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университетінің № 130–«Электр және магнетизм және электротехника» зертханасы және компьютерлік аудиторияда жүргізілді. γ , β -сәулелерінің өлшеу нәтижелері диаграмма түрінде 2.3.2-2.3.19 суреттерде берілген [22].

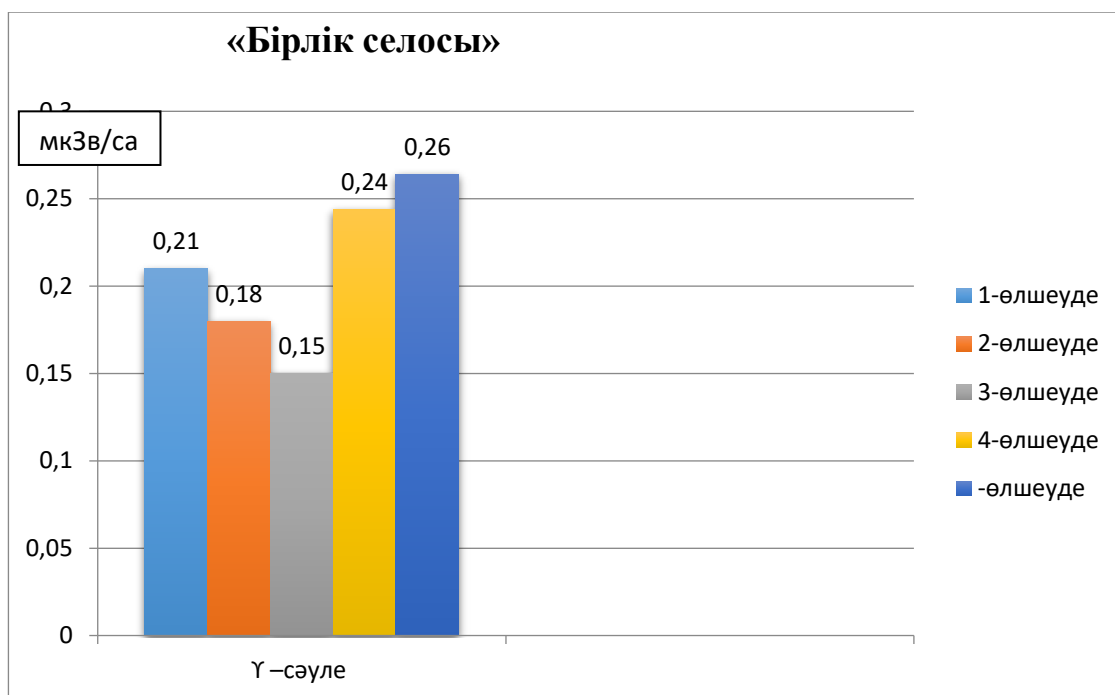


2.3.2 - сурет. «Атырау» темір жол вокзалының γ -сәулесін есептеу

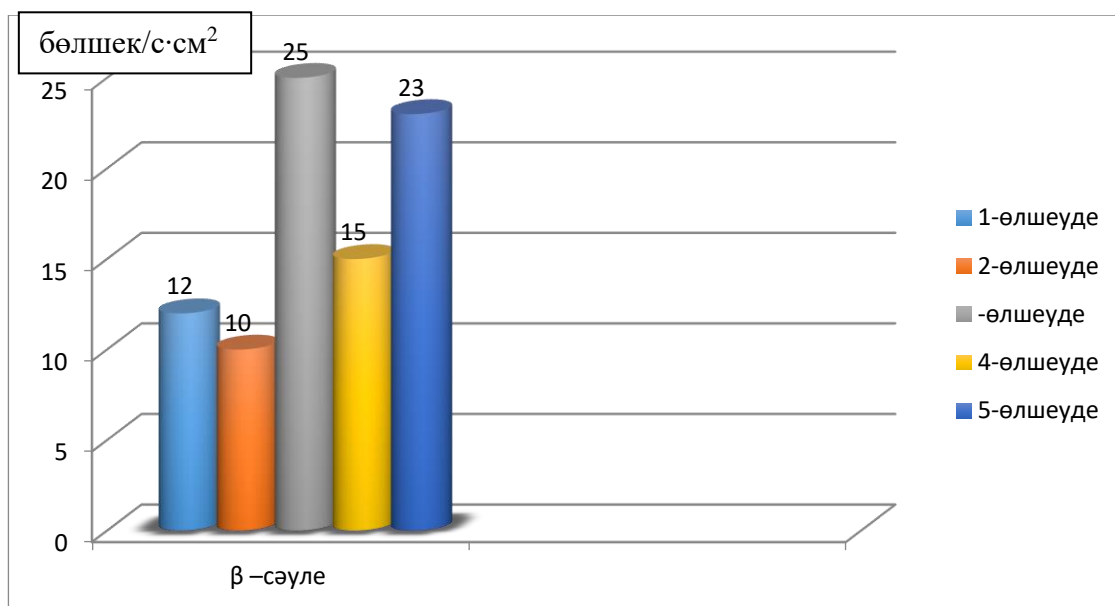


2.3.3 - сурет. «Атырау» темір жол вокзалының β -сәулесін есептеу

γ -сәулесінің орташа көрсеткіші – 0,81 мкЗв/сағ құрайды. β -сәулесінің орташа көрсеткіші – 17,6 бөлшек/с·см² құрайды.



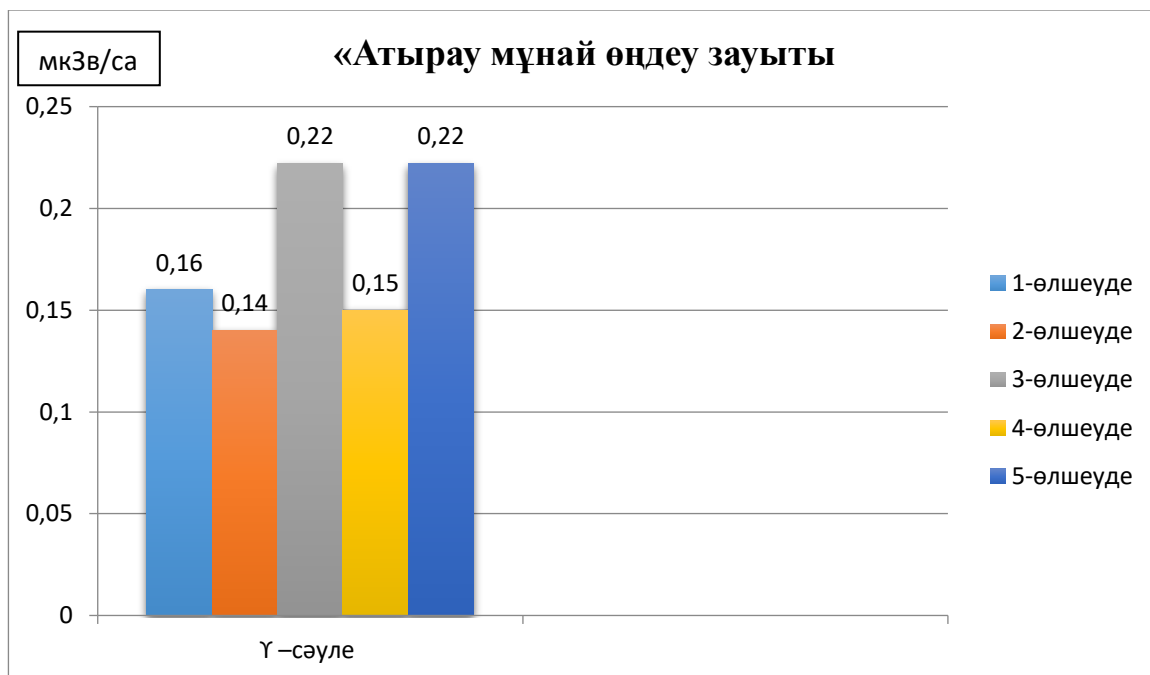
2.3.4 - сурет. «Бірлік селосы» γ -сәулесін есептеу



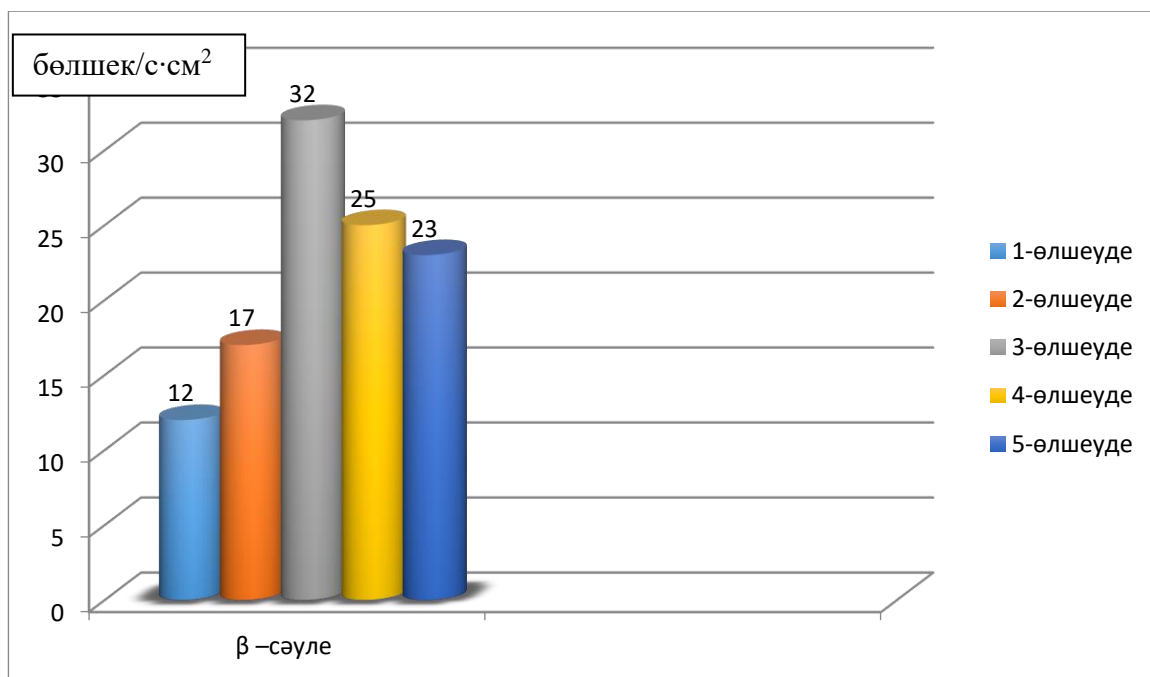
2.3.5 - сурет. «Бірлік селосы» β -сәулесін есептеу

γ -сәулесінің орташа көрсеткіші – 0,832 мкЗв/сағ құрайды. β -сәулесінің орташа көрсеткіші – 17 бөлшек/с·см² құрайды.

Бірлік селосы Қарабатан зауытына жақын болғандықтан, радиация деңгейінің бар жоғын білу үшін таңдап алынды.



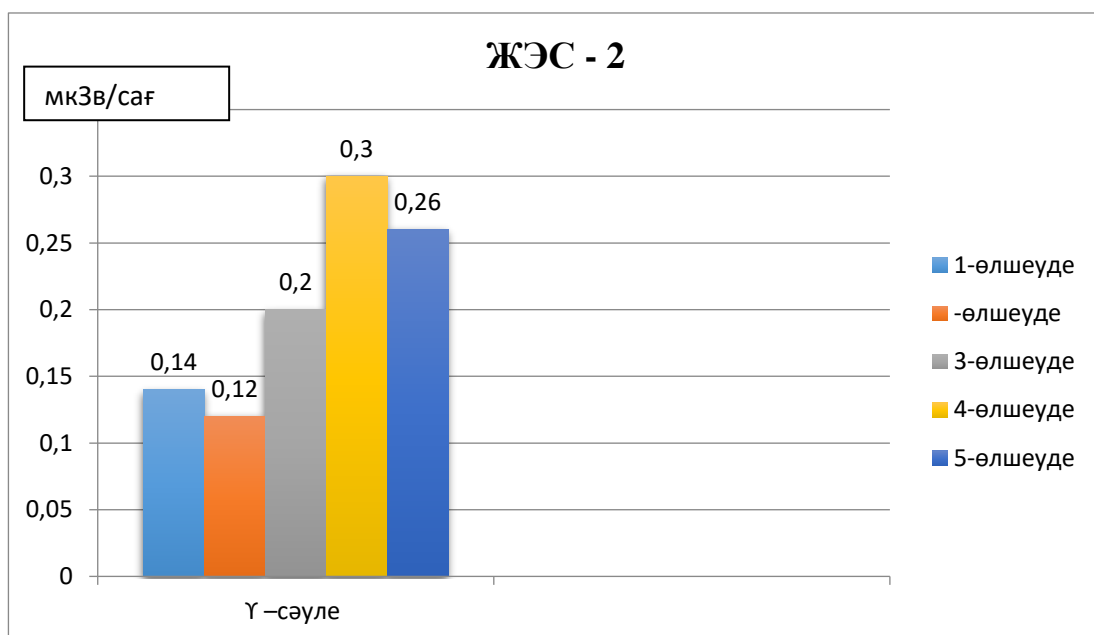
2.3.6 - сурет. «Атырау мұнай өңдеу зауытының» γ-сәулесін есептеу



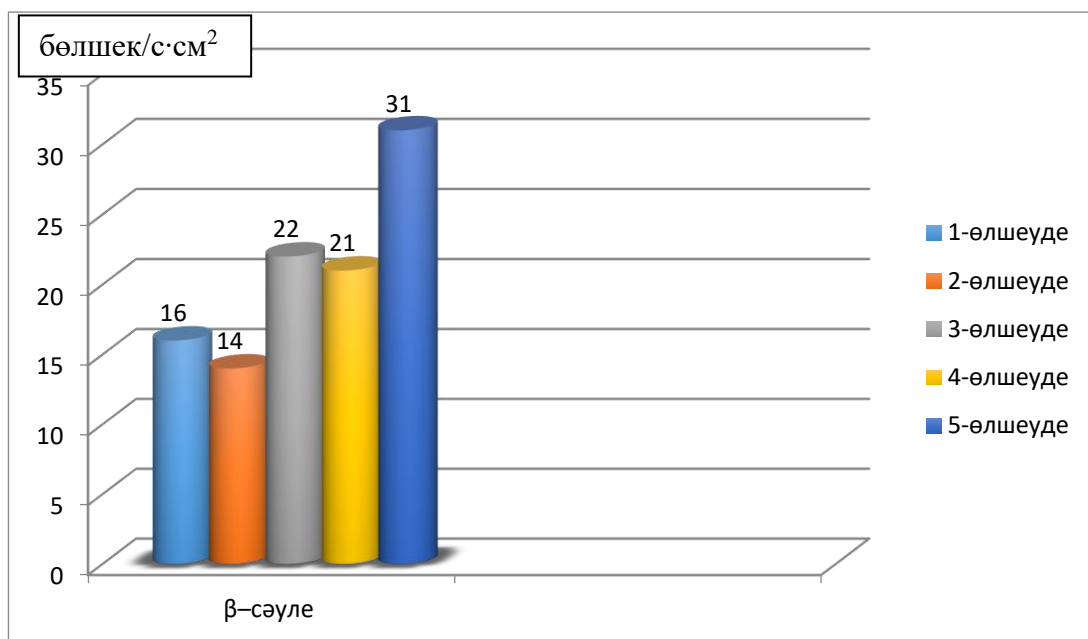
2.3.7 - сурет. «Атырау мұнай өңдеу зауытының» β-сәулесін есептеу

γ-сәулесінің орташа көрсеткіші –0,89 мкЗв/сағ құрайды. β-сәулесінің орташа көрсеткіші – 21,8 бөлшек/с·см² құрайды. «Атырау мұнай өңдеу» зауыты өңдеу жұмыстарымен айналысқандықтан, ол жерден түрлі заттардың

қалдықтарынан, түгіндерінен, сондай – ақ бөлініп шығатын химиялық заттардан радиацияның деңгейі кішкене де болса жоғары екенін көруімізге болады, бірақ қалыпты жағдайдан аспайды.



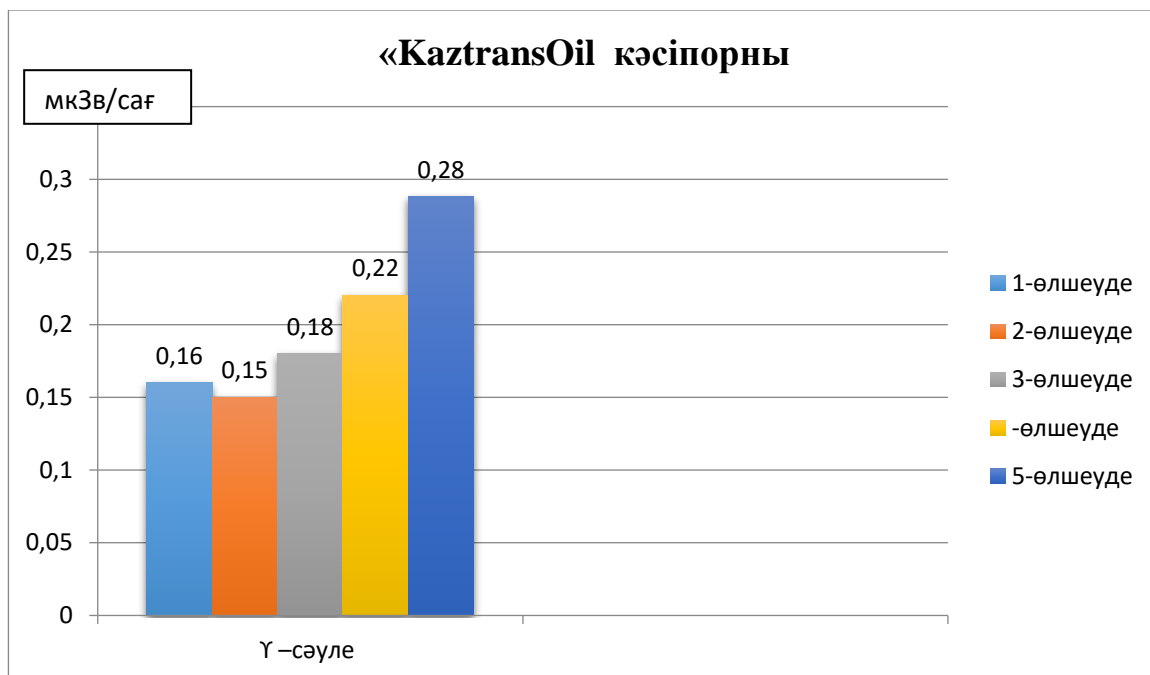
2.3.8 - сурет. «Атырау ЖЭС» электр станциясының γ -сәулесін есептеу



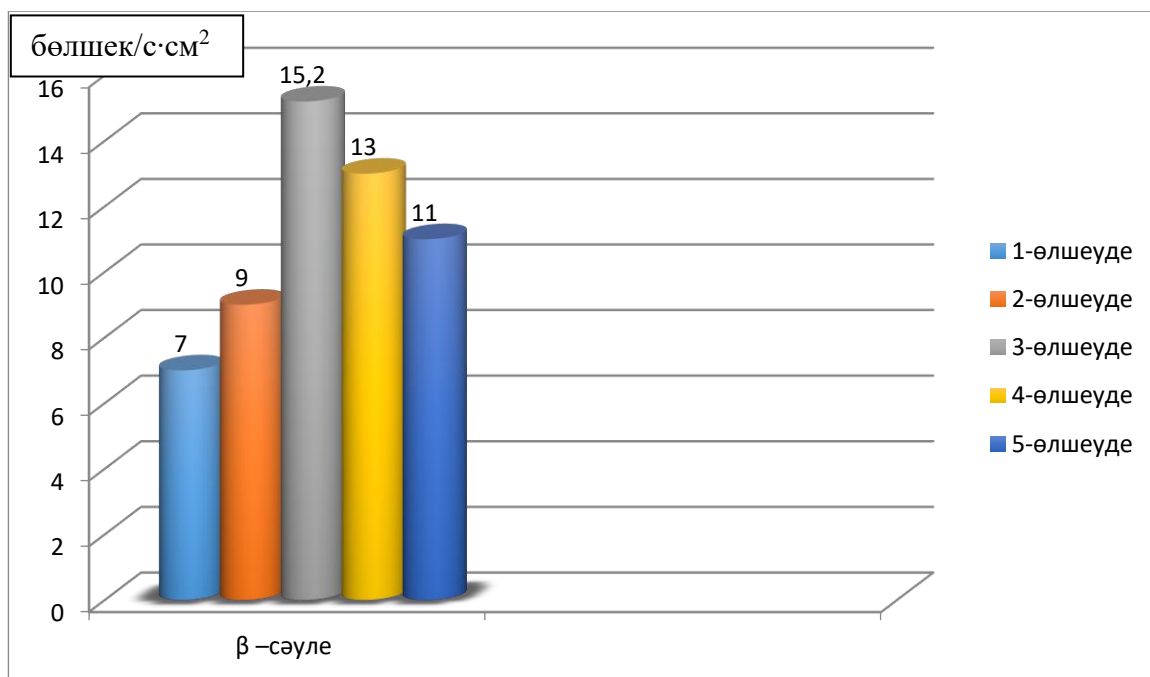
2.3.9 - сурет. «Атырау ЖЭС» электр станциясының β -сәулесін есептеу

γ -сәулесінің орташа көрсеткіші – 0,82 мкЗв/сағ құрайды. β -сәулесінің орташа көрсеткіші – 20,8 бөлшек/с·см² құрайды. ЖЭС электр энергиясын конденсациялық режимде аяғына дейін өңдейтін жылу графигі бойынша жұмыс істейді. Батыс жылу кешеніне жылу беру $D_u = 800\text{мм}$ мен 1000мм жылу

магистральдары бойынша жүзеге асырылады. Жылы сумен қамтамасыз ету жүйесі ашық. Жылуды жіберудің температуралық графигі –қыстағы желілік суының арнайы барынша жоғары температурас -1350^0 С дейін, жазда – 700^0 С.



2.3.10 - сурет. «KaztransOil» кәсіпорыны» γ-сәулесін есептеу

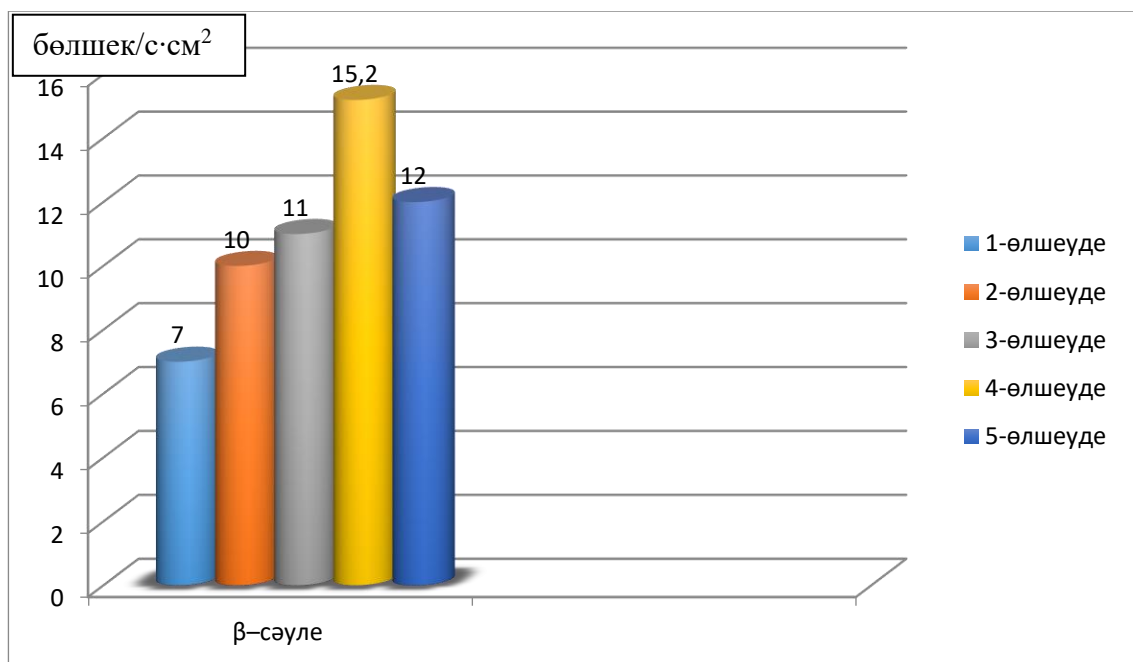


2.3.11 - сурет. «KaztransOil» β-сәулесін есептеу

γ-сәулесінің орташа көрсеткіші $-0,766$ мкЗв/сағ құрайды. β-сәулесінің орташа көрсеткіші $- 11,04$ бөлшек/с·см² құрайды.



2.3.12 - сурет. Индер ауданы γ -сәулесін есептеу



2.3.13 - сурет. Индер ауданы β -сәулесін есептеу

γ -сәулесінің орташа көрсеткіші –0,662 мҚЗВ/сағ кұрайды. β -сәулесінің орташа көрсеткіші – 11,04 бөлшек/с·см² кұрайды. Атырау, Индер ауданы радиациялық көрсеткіші қалыпты екенін көруге болады. Бұған себеп ауылда зауыттар мен фабрикалар жоқ, пойыз жолдардың да болмауынан қалыпты деңгейде.

Университет аудиторияларының бір – бірінен радиациялық фонын салыстыру, бағалау.

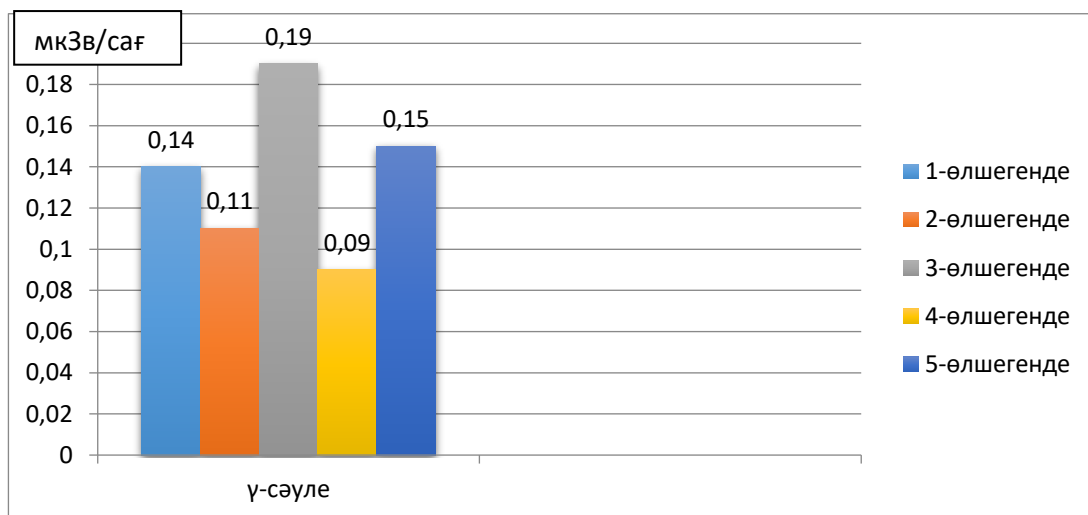
№ 130 аудитория –«Электр және магнетизм және электротехника» зертханасы.

Зертханада –«Электр және магнетизм және электротехника» пәніне қатысты құралдар және компьютерлер қойылған.

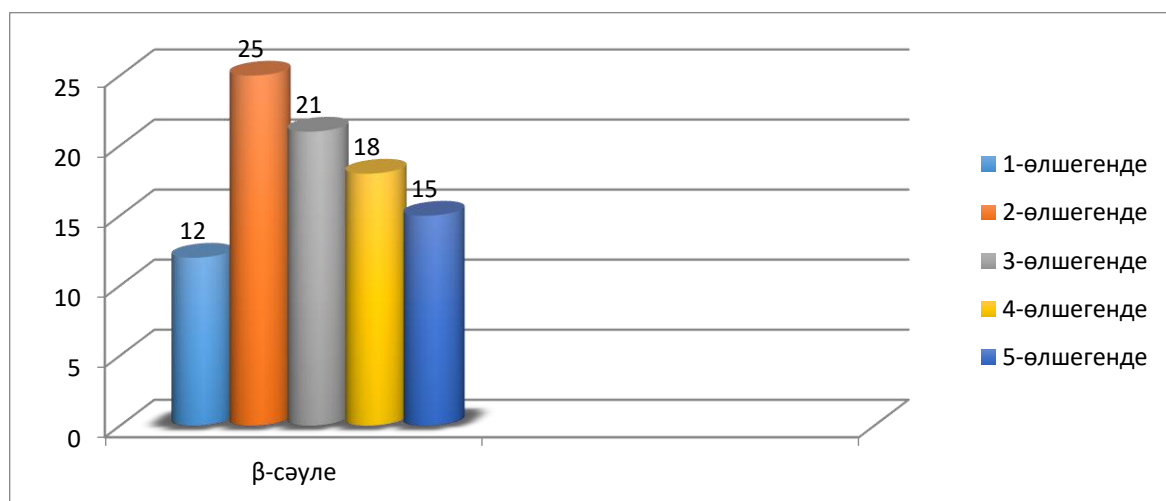
Осы аудиторияның радиациялық фонын 2 жолмен бағаладық:

1. Аудиторияның терезесі жабық болған кезде
2. Аудиторияның терезесін ашып, желдеткеннен кейін

Олардың нәтижесі (5 рет өлшенген) диаграммада көрсетілгендей:



2.3.14 - сурет. №130 аудитория –«Электр және магнетизм және электротехника» зертханасы γ-сәулесін есептеу



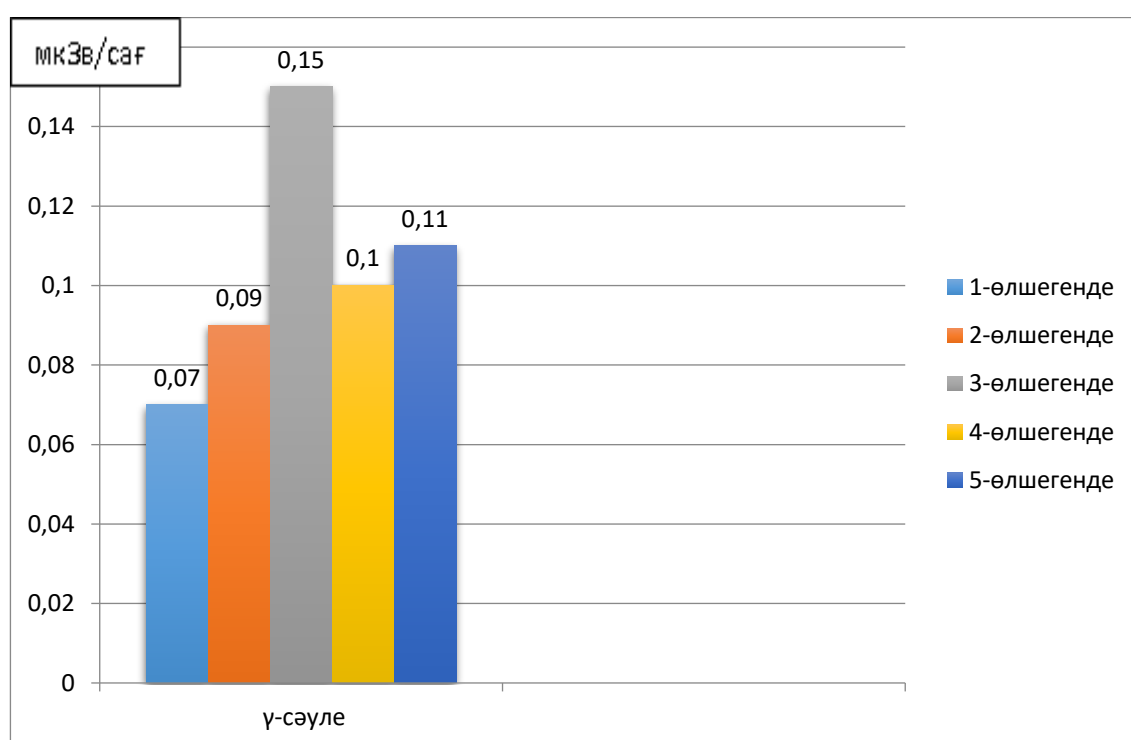
2.3.15- сурет. №130 аудитория –«Электр және магнетизм және электротехника» зертханасы β-сәулесін есептеу

γ -сәулесінің орташа көрсеткіші: 0,56 мкЗв/сағ құрайды. β -сәулесінің орташа көрсеткіші: 18,2 бөлшек/с·см² құрайды.

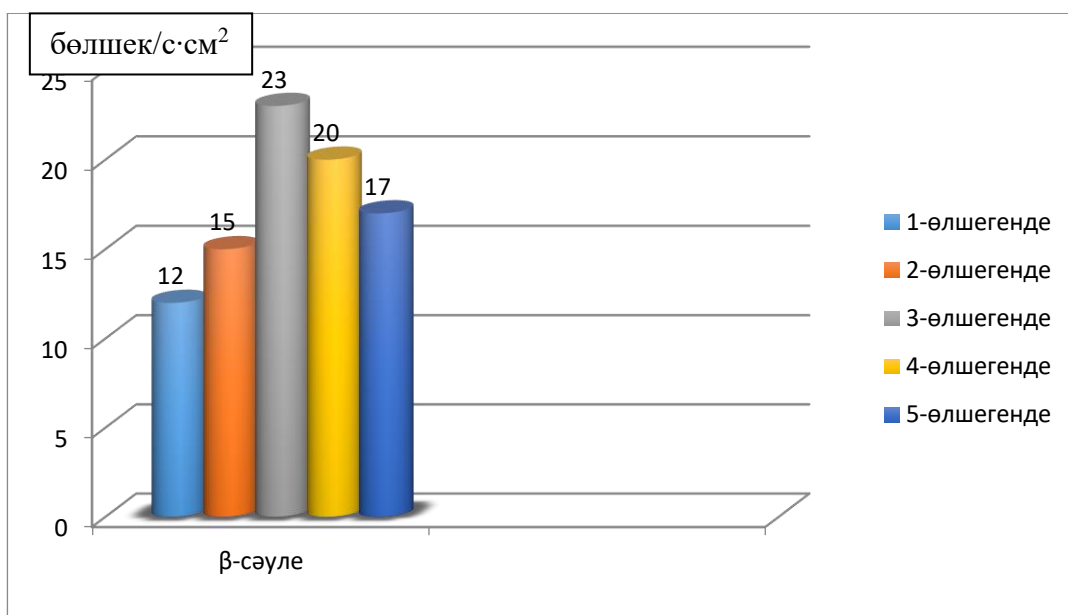
Алынған нәтижемізден мынандай қорытынды жасауға болады:

Терезе жабық болған кезде радиациялық фонның мөлшері жоғарырақ болады. Оған негізгі себептер мыналар:

1. Құрылыс материалдарынан бөлініп шығатын радонның әсері
2. Компьютердің бөліп шығаратын зиянды сәулелері
3. Аудитория құрал-жабдықтарының шығаратын сәулелері (олардың ескіруі)
4. №130 аудитория 1-ші қабатта орналасқандықтан, Жерден бөлінетін радон мөлшерінің әсері де болады. №130 аудитория –«Электр және магнетизм және электротехника» зертханасы.



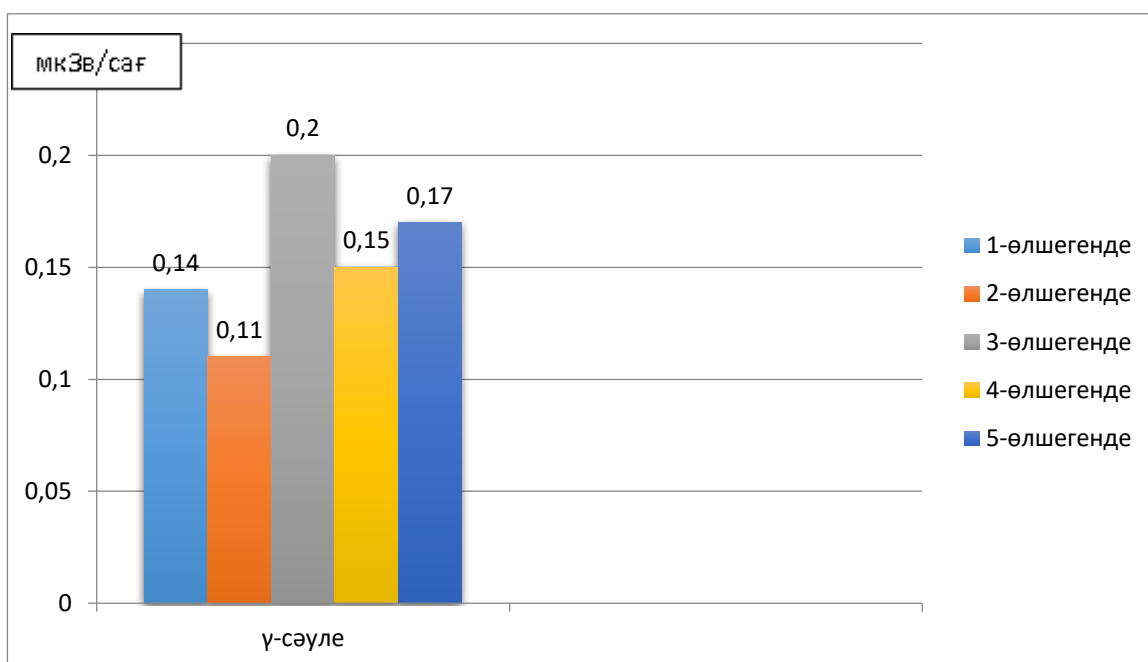
2.3.16 - сурет. №130 аудитория –«Электр және магнетизм және электротехника» зертханасы γ -сәулесін есептеу



2.3.16 - сурет. №130 аудитория –«Электр және магнетизм және электротехника» зертханасы β-сәулесін есептеу

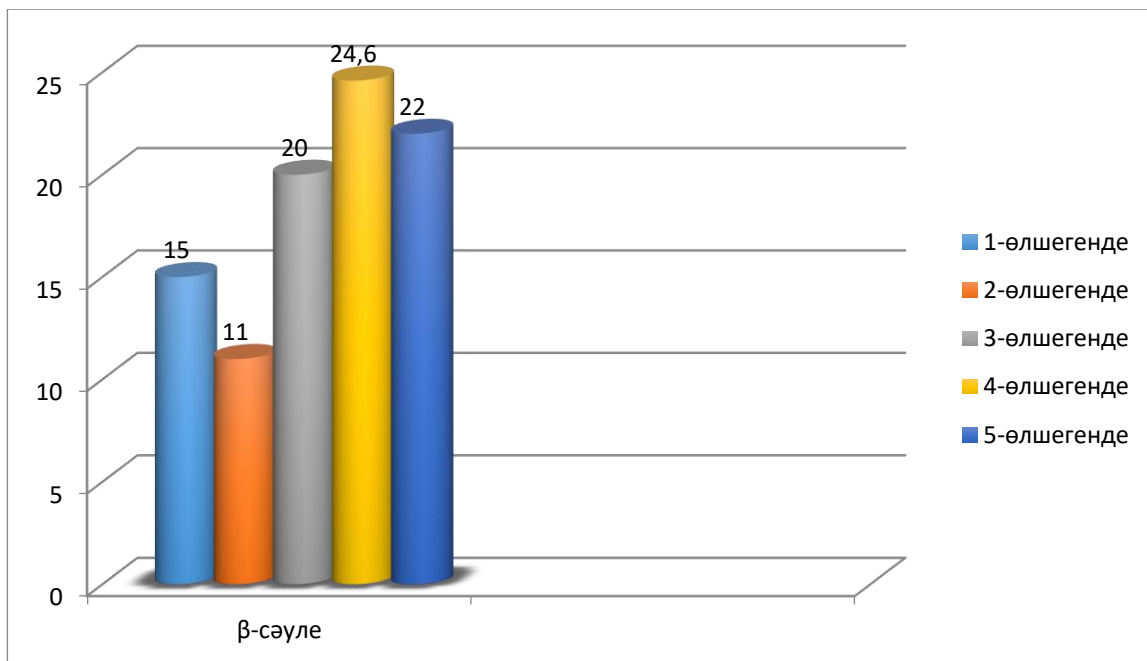
γ-сәуленің орташа көрсеткіші: 0,432 мкЗв/сағ құрайды.β-сәуленің орташа көрсеткіші: 17,4 бөлшек/с·см² құрайды. Аудиторияларды біраз уақыт желдетіп қойғаннан кейінгі алған нәтижемізден, алдыңғыға қарағанда айтарлықтай төмен екенін көруге болады.

Компьютер класстарының радиациялық фоны төмендегідей:



2.3.18 - сурет. Компьютер сыныптарының γ-сәулесін есептеу

бөлшек/с·см²



2.3.19 - сурет. Компьютер сыныптарының β-сәулесін есептеу

γ-сәуленің орташа көрсеткіші: 0,634мкЗв/сағ құрайды. β-сәуленің орташа көрсеткіші: 18,52 бөлшек/с·см² құрайды. Компьютер класстарында радиация деңгейі компьютері жоқ кластарымен салыстырғанда жоғары екенін байқауға болады. Компьютер класстары 2-ші қабатта орналасқан, неғұрлым жоғары қабаттарда орналасса соғұрлым Жердегі радоннан алысырақ болады. Демек, радиациялық фонның деңгейі де төмендейді деген сөз.

Жүргізілген зерттеу жұмыстарын қорытындылайтын болсақ, мынандай нәтижеге қол жеткізгеніміз туралы айтуымызға болады:

Жалпы Атырау қаласы бойынша радиацияның қоршаған ортаға әсері қалыпты. Радиациясы жоғары нысан жоқ деп, қорытынды жасауға болады. Өйткені, жоғарыда атап өткендей радиация көздері болып табылатын: таудағы қазбалар, атмосферадағы радиоактивті элементтердің бөлінуі салдарын пайда болатын сәулелену, атом энергиясын өндіруге және ядер қаруын сынауға байланысты және т.б. нысандар қала бойынша жоқ десек те болады.

Алайда, құрылыс материалдарынан шығатын радонның мөлшері, Жерден шығатын радиоактивті заттар, күннен келетін радиациясының болуынан келесідей көрсеткіштер алынды (1.3.2-кесте). Кестеден көрініп тұрғандай Атырау мұнай өңдеу зауытының маңының көрсеткіші жоғарылау, өйткені зауыт өңдеу жұмыстарымен айналысқандықтан, ол жерден түрлі заттардың қалдықтарынан, түтіндерінен, сондай – ақ бөлініп шығатын химиялық заттардан радиацияның деңгейі кішкене де болса жоғары екенін көруімізге болады, бірақ қалыпты жағдайдан аспайды.

2.3.1-кесте. Өлшеу нәтижелері.

№	Бақыланатын нысан ауданы		Көрсеткіштер	
			γ , мкЗв/сағ	β , бөлшек/с·см ²
1	«Атырау» темір жол вокзалы		-0,81	17,6
2	<i>Бірлік</i>		0,832	17
3	ЖЭС		0.82	20,8
4	«Атырау мұнай өңдеу зауыты		0,89	21,8
5	«KaztransOil» кәсіпорыны		0,766	11,04
6	Индер ауданы		0,662	11,04
7	Университет аудиториялары	130 (1)	0,56	18,2
		130(2)	0,432	17,4
		213	0,634	18,52

2.4 Электромагниттік сәулеленуді өлшеуге арналған қолдан жасалынған қондырғы моделі

Мультиметрмен электромагниттік сәулеленуді қалай өлшеуге болады.

Қазіргі әлемде адамға әртүрлі жиіліктердегі электромагниттік өрістердің ықпалы артуда, ал мұндай әсер етудің негізгі көздері электр энергиясының әртүрлі тасымалдаушылары болып табылады. Мысалы, қатерлі ісік аурулары мен адам өмір сүру ортасының электр желілерінен қашықтығы арасындағы байланыс бар екені анықталды. Мидың кейбір бөліктеріне электромагниттік сәулеленудің нақты әсері - әсіресе эпифизде - мелатонин гормонын өндіруге жауап беретін без анықталды.

Мелатонин адамның биологиялық ырғағына (күндізгі ұйықтаудың және түнгі ұйқының ауысуы) жауапты және оның бұзылуы сәтсіздік, тұрақты шаршау, еңбекке қабілетінің төмендеуі, назар аудару концентрациясының бұзылуы, депрессия және басқа да жағымсыз әсерлерге әкелуі мүмкін.

Сондықтан, әртүрлі жиілік диапазондарында электромагниттік сәулеленуді келесі көздерден: радиотехникалық және телевизиялық тарату станциялары мен радиолокациялық қондырғылар, өнеркәсіптегі радиобайланыс

жүйелері мен қондырғылары, трансформаторлық қосалқы станциялар мен электр желілері, сондай-ақ тұрмыстық электр аспаптары, компьютерлер және тағы басқалардан өлшеулер жүргізілуі тиіс.

Соған байланысты қарапайым электромагниттік өрістің кернеуін өлшеу, дәлірек айтқанда, кез келген мультиметрге қосылатын қолдан жасалынған қондырғы ұсынылады. Ол үшін DT 838 мультиметрін қолдандық.

Қарапайым өлшемдерді қолдану арқылы адам маңызды электромагниттік өріс болу қаупін азайта алады.

H магнит өрісінің кернеулігі B магнит өрісінің индукциясымен байланысы:

$$H = \frac{B}{\mu_0}$$

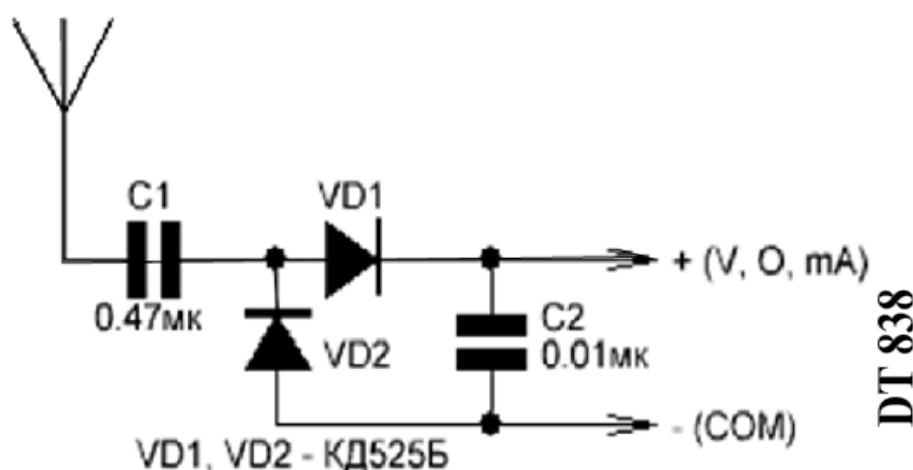
Мұндағы μ_0 магниттік тұрақты болып табылады. Ол ($\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \text{Гн / мтең}$).

Әдетте, өлшеулер магниттік индукциясының (Тл) бірліктерінде жасалады, сондықтан магнит өрісінің өлшеулері кейде тесламетрлер деп аталады.

2.4.2 суретте электромагниттік өрістің кернеулігін түрлі үй қондырғыларынан - ұялы телефондар мен компьютерлерден бастап қуатты АТС радиостанцияларына, олардың антенналарына және тағы басқаларға дейін оңай және сенімді түрде өлшеуге мүмкіндік беретін сұлба берілген.

Схема тек екі конденсатордан және екі диодтан тұрады. Антенна C1 конденсаторына қосылған (бұл жерде радиоқабылдағыштардың антеннасы қолданылса, өлшеулер одан да көрнекті болар еді). Қондырғының шығысы DT 838 мультиметріне стандартты кірістеріне қосылған.

Бұл жерде қондырғы мультиметрдің өзіне енгізілген. Сонда бұл жағдайда антенна мультиметрдің сыртына бекітіліп тұр. Қондырғының бұл орналасуы құрылғыны ықшамдауына әкеледі.



2.4.1 - сурет. Электромагниттік өрістің кернеуін өлшеуге арналған қондырғының сұлбасы.

2.4.2 суретте берілген қондырғымен өлшеу кезінде алдымен антеннасын толық ұзарту қажет.

Мультиметр ауыстырып - қосқышын 200 мВ позициясына орнату арқылы магнит өрісінің индукциясын өлшеп бағалауға болады. Мультиметрдің дисплейінде пайда болатын мәнді 0,25 көбейтіп, магнит индукция мәнін мкТл-да алуға болады. Егер магнит өрісінің өріс кернеулігін өлшеу керек болса, онда мВ шамасын 0,2 көбейтілуі керек. Бұл жағдайда магнит өрісінің кернеулігінің мәнін А/м өлшем бірлігімен аламыз. Өлшеу диапазонын және бұл жағдайда өлшеу дәлдігін мультиметрдегі 100 мВ позициясын орнату арқылы көбейтуге болады.

Бұл тек тесламетр режимінде қолдану керек болған жағдайда ғана жасалуы керек. Бұл тізбекте 200 мВ жағдайда мультиметрдің көрсеткішін жоғары Омдық резистрге келтіру арқылы өзгертіледі.

Магнит индукциясының мәні 0,3 мкТл-дан төмен болса, мұндай электромагниттік сәуле қауіпті емес болып табылады.

Егер магнит өрісінің индукциясының шамасы 2,5 мкТл артса, онда мультиметр көрсеткіші 0,3 мкТл аспайтын индукциялық мәнді көрсететін сәулелену көзінен қауіпсіз қашықтыққа өту қажет. Өрістің индукция мәні 10 мкТл-қа жеткен кезде дабыл қағу керек және радиация деңгейі 25 мкТл-дан артық болса, адам ол жерде болудан сақтану керек.



2.4.2 - сурет. Қондырғының сыртқы көрінісі.

3. АУМАҚТАРДЫ ЖӘНЕ ТҰРҒЫН ҮЙЛЕР МЕН ҒИМАРАТТАРДЫ РАДИАЦИЯЛЫҚ –ГИГИЕНАЛЫҚ БАҚЫЛАУ

3.1 Радон концентрациясын өлшеу әдістемесі

Аталған әдістемелік нұсқаулық Қазақстан Республикасының "Халықтың радиациялық қауіпсіздігі туралы" Заңының талаптарын және иондаушы сәулелердің табиғи көздерінен халықтың сәулеленуін шектеу бойынша "Радиациялық қауіпсіздік нормаларының" орындалуын қамтамасыз ететін аумақты, тұрғын үйлерді және ғимараттарды радиациялық-гигиеналық бақылауды ұйымдастыру мен жүргізудің жалпы тәртібін белгілейді.

Әдістемелік нұсқаулық мемлекеттік санитариялық-эпидемиологиялық қадағалау органдарына және мекемелеріне арналады. Осы құжаттың талаптарын орындау тұрғын үйлерді және ғимараттарды қабылдайтын кез келген ведомстволық иеліктегі және меншік түріндегі кәсіпорындар мен ұйымдар үшін міндетті болып табылады.

Әдістемелік нұсқаулықтың мақсаты радиациялық бақылауды үйлестіру, сондай-ақ, құрылысқа жер телімдерін бөлгенде және тұрғын үйлер мен әлеуметтік-тұрмыстық ғимараттарды салудан (қайта салудан немесе күрделі жөндеуден) кейін қабылдаған кезде де, пайдаланған кезде де иондаушы сәулелердің табиғи көздерінен халықтың сәулеленуін шектеу бойынша Қазақстан Республикасының аумағында қолданылатын гигиеналық нормативтердің сақталуын бақылаудың бірегей талаптарын қамтамасыз ету болып табылады.

1. Жалпы ережелер.

1. Радиациялық қауіпсіздік нормаларына сәйкес келуі туралы санитариялық-эпидемиологиялық қорытынды алу үшін Қазақстан Республикасының аумағында қолданылатын жер телімдерін бөлу кезіндегі радиациялық қауіпсіздік талаптарына сәйкес құрылысты бастау алдында (бөлінген аумақта) және оны аяқтаудан кейін (салынған ғимаратта және жақын аумақта) міндетті түрде *радиация деңгейін өлшеу* талап етіледі.

2. Бұл үшін келесі радиациялық тексерулерді жүргізу қажет: құрылысты бастауға дейін — учаскенің іздестіру гамма түсіруі, учаскедегі гамма сәулелену мөлшерінің қуаттылығын өлшеу, жер үстіндегі радон ағынының тығыздығын өлшеу; құрылысты аяқтағаннан кейін — ғимарат пен жақын аумақта іздестіру гамма түсіруді жүргізу, ғимарат пен жақын аумақта гамма сәулелену мөлшерінің қуаттылығын өлшеу, бөлмелердің ауасындағы радон мен торонның көлемдік және тең салмақты эквивалентті белсенділігін өлшеу қажет.

3. Аумақтар мен ғимараттарды радиациялық-гигиеналық тексеру мемлекеттік санитариялық-эпидемиологиялық қадағалау органдарымен ескерту немесе ағымдағы қадағалау ретімен әлде атқарушы биліктің құзыретті органдарының қолданыстағы заңнамамен белгіленген тәртіптегі арнайы шемімі бойынша әлде заңды немесе жекелеген азаматтардың (тұрғындардың, үй иеленушілердің, ұйым қызметкерлерінің және т.с.) тапсырысы (өтініші) бойынша жүргізіледі.

4. Табиғи көздер халықтың сәулелену мөлшерінің көп (50 %-дан бастап 90%-дан астам) бөлігін құрайды. Бәрінен бұрын тұрғын бөлмелерде және басқа да бөлмелерде, сондай-ақ сыртқы атмосферада болатын радон изотоптары (^{222}Rn - радон және ^{220}Rn - торон) мен олардың қысқа тіршілік ететін туынды заттары (РТӨ және ТТӨ) табиғи көздер болып табылады*. Халықтың негізінен осы көздермен сәулеленуі аумақтағы радиациялық жағдайды анықтайды.

5. Осымен қатар, халықтың сәулелену құрылымындағы негізгі үлес ішкі сәулеленуге тиеді. Ішкі сәулелену тұрғын үйлердің және қоғамдық ғимараттардың ауасында, сондай-ақ атмосфераның елді мекендердің аумағындағы жерге жақын қабатында болатын радон изотоптары (^{222}Rn - радон және ^{220}Rn - торон) мен олардың қысқа тіршілік ететін туынды заттарын ингаляциялаудан құралады.

6. Жоғарыда аталғаннан кейін халықтың сәулеленуіне үлес қосушылар ретінде құрылыс материалдарындағы және ғимараттардың конструкцияларындағы, сондай-ақ қоршаған ортада ыдыраған табиғи радионуклидтердің гамма-сәулеленуі және де атмосфералық ауадан ұзақ тіршілік ететін табиғи радионуклидтер аэрозольдарын ингаляциялау болып табылады.

7. «Радиациялық қауіпсіздік нормаларына» сәйкес ғимарат бөлмелеріндегі (бұдан әрі – бөлмелер) табиғи радионуклидтермен шартталған гамма-сәулелену қуаттылығы және радон изотоптарының жылдық орта эквивалентті көлемдік белсенділігі реттеледі. Бөлмелерде осы радиациялық факторларды өлшеу аккредиттелген радиациялық бақылау зертханаларымен тиісті өлшеу саласында белгіленген тәртіпте жүргізіледі.

8. Радиациялық бақылаудың өлшеу құралдары «Өлшеу құралдары» мемлекеттік тізіліміне енгізілуі және олардың жарамды тексеру күәлігі болуы қажет. Өлшеулер жүргізу әдістемелері белгіленген тәртіпте бекітілуі немесе аттестациялануы тиіс.

9. Өлшеулерді радиациялық қауіпсіздік саласында білікті дайындығы және иондаушы сәулелену көздерімен жұмыс істеуге рұқсаты бар тұлғалар, сондай-ақ, осы нұсқаулықты, техникалық сипаттаманы және радиациялық бақылау аппаратурасын пайдалану нұсқаулығын оқығандар жүргізуі қажет.

2. Топырақтағы радон эксхалациясын өлшеу.

10. Радон эксхалациясын өлшеу жердің немесе топырақтың бетіндегі радонның атмосфералық ауадан жердің үстіне қойылған және герметикалық ыдысқа жиылуына және жиналған радонды анықтау мақсатында алынған мандерді жиналу уақыты мен ыдыс көлемін ескеретін формула бойынша эксхалация мәніне қайта есептеу арқылы ыдыстағы ауа сынамасын алуға негізделеді.

11. Нысанға бөлінген аумақты объективті түрде бағалау үшін бір соттық жерде радон ағынының тығыздығының төрт өлшемін, яғни, әр 25 шаршы метрде (бұдан әрі – м^2) бір өлшем жүргізу қажет. Рұқсат етілген деңгейден асу анықталған жағдайда ластануы жоғары жерді дәл табу үшін өлшеулер саны артады.

12. Өлшейтін жерді таңдау тексеру учаскесінде жүргізіледі. Өлшенетін жер мейлінше өсімдіктерсіз болуы тиіс. Кішкентай ($S \leq 1000 \text{ см}^2$ алаңды) өлшеу учаскесінде ыдысты қоюға кедергі келтіретін шөп болса, оны мұқият тазарту керек. Топырақтың қатпауы немесе оны су баспауы тиіс.

13. Тот баспайтын болаттан жасалған және сынама алатын саңылауы бар цилиндр пішінді арнайы ашық жағындағы шеті 1 сантиметрге (бұдан әрі – см) жуық тереңдікте топыраққа кіргізіледі. Бұл ыдыстың ішіне атмосфералық ауаның кірмеуі үшін жасалады.

14. Қажет жағдайда ыдыстың сыртқы периметрі бойынша 5 см биіктікте топырақ себіледі. Ыдысты топыраққа кіргізу мүмкін болмаған кезде топырақ міндетті түрде себіледі. Арнайы журналда ыдысты орнату уақыты жазылады және ыдыстың орнатылған жері белгіленеді. Ыдысты орнатқаннан кейін тез арада $C_{\text{ОА}}^{\text{атм}}$ атмосфералық ауаның көлемдік белсенділігін (бұдан әрі – КБ) өлшеу және журналда $C_{\text{ОА}}^{\text{атм}}$ мәнін белгілеу қажет. Ыдыс 1 сағатқа орнатылады.

3.Тексерілетін ғимараттардың іріктемесін жасау.

15. Халықтың сәулелену деңгейлерін бағалаудың дұрыстығы негізінен тексерілетін ғимараттардың іріктемесінің дәрежелеріне байланысты болады.

Бөлмелердің ауасында радонның және сыртқы гамма-сәулелену МЭД болуы құрылыс орындарындағы геологиялық-геофизикалық сипаттамаларына да, ғимараттардың құрылыстық және конструктивтік сипаттамаларына байланысты болғандықтан, іріктеме алдымен осы сипаттамалар бойынша қамтамасыз етілуі қажет.

16. Тексерілетін тұрғын үйлерді (пәтерлер мен бір отбасына арналған үйлерді) іріктеу көлемін олардың аймақтағы (аудандағы, елді мекендегі) жалпы санынан 1% есебімен анықтау керек. Халқы аз елді мекендерде іріктеу тығыздығын еселеп, мысалы, 2%-ға, 5%-ға, 10%-ға, тіпті әр елді мекенде мүмкіндігінше 20 тұрғын үй тексеру жағдайында 100%-ға арттыру қажет.

17. Ғимараттардың ауасында радонның болуына әсер ететін құрылыс жүргізілетін жерлердің геологиялық-геофизикалық сипаттамаларына ауадағы, 0,5 - 1,0 метр (бұдан әрі м) тереңдіктегі ($\text{кБк} \times \text{м}^{-3}$) топырақ қуыстарындағы радонның көлемдік белсенділігі, жердің (топырақтың) бетіндегі радон ағыны ($\text{мБк} \times \text{с}^{-1} \times \text{м}^{-2}$), геологиялық жарықтар аймақтары жатады. Осындай ақпарат болған жағдайда радон қауіптілігі төмен, орташа және жоғары аймақтарды контурлау жүргізіледі. Әр аймақтағы тұрғындар саны анықталады. Бұл аймақтардағы тұрғын үйлердің саны олардың тұрғындарының санына пропорционалды алынады.

18. Құрылыс жүргізілетін жерлердің радиациялық және геологиялық-геофизикалық сипаттамалары туралы ақпарат болмаған немесе нақты болмаған жағдайда тұрғын үйлердің саны әр аудандағы, ықшамаудандағы және т.б. тұрғындардың санына пропорционалды алынады.

19. Елді мекенде немесе қалада табиғи радионуклидті (ТРН) құрылыс материалдарынан салынған ғимараттар болған жағдайда немесе бұл материалдар қабаттар арасындағы аражабындардың сеппелері үшін қолданылса, бұл

ғимараттарды тексерілетін нысандардың (ғимараттардың) бөлек түріне жатқызу керек.

3.2 Аумақтың және бөлменің гамма-аясын өлшеу әдістемесі

Бұл әдістеме елді мекендерде гамма-аяны (гамма-түсіруді) өлшеу және радиациялық ауытқушылықты анықтау мақсатында дозиметриялық зерттеу жүргізуге арналған. Гамма-түсіру кезінде елді мекенге тән аяның 2 еселік асуынан жоғары сәулелену кездесетін аудандарды анықтау; бақылау жүргізілетін елді мекендегі сәулелену қарқындылығын бағалау сияқты негізгі мақсаттар орындалады.

1. Осы әдістемелік нұсқаулықтар Қазақстан Республикасының "Халықтың радиациялық қауіпсіздігі туралы" Заңының талаптарын және иондаушы сәулелердің табиғи көздерінен халықтың сәулеленуін шектеу бойынша "Радиациялық қауіпсіздік нормаларының" орындалуын қамтамасыз ететін аумақты, тұрғын үйлерді және ғимараттарды радиациялық-гигиеналық бақылауды ұйымдастыру мен жүргізудің жалпы тәртібін белгілейді.

2. Әдістемелік нұсқаулықтар мемлекеттік санитариялық-эпидемиологиялық қадағалау органдарына және мекемелеріне арналады. Осы құжаттың талаптарын орындау тұрғын үйлерді және ғимараттарды қабылдайтын кез келген ведомстволық иеліктегі және меншік түріндегі кәсіпорындар мен ұйымдар үшін міндетті болып табылады.

3. Әдістемелік нұсқаулықтардың мақсаты радиациялық бақылауды үйлестіру, сондай-ақ құрылысқа жер телімдерін бөлгенде және тұрғын үйлер мен әлеуметтік-тұрмыстық ғимараттарды салудан (қайта салудан немесе күрделі жөндеуден) кейін қабылдаған кезде де, пайдаланған кезде де иондаушы сәулелердің табиғи көздерінен халықтың сәулеленуін шектеу бойынша Қазақстан Республикасының аумағында қолданылатын гигиеналық нормативтердің сақталуын бақылаудың бірегей талаптарын қамтамасыз ету болып табылады.

1. Радиация деңгейін өлшеу

4. Радиациялық қауіпсіздік нормаларына сәйкес келуі туралы санитариялық-эпидемиологиялық қорытынды алу үшін Қазақстан Республикасының аумағында қолданылатын жер телімдерін бөлу кезіндегі радиациялық қауіпсіздік талаптарына сәйкес құрылысты бастау алдында (бөлінген аумақта) және оны аяқтаудан кейін (салынған ғимаратта және жақын аумақта) міндетті түрде *радиация деңгейін өлшеу* талап етіледі.

5. Бұл үшін келесі радиациялық тексерулерді жүргізу қажет: құрылысты бастауға дейін — учаскенің іздестіру гамма түсіруі, учаскедегі гамма сәулелену мөлшерінің қуаттылығын өлшеу, жер үстіндегі радон ағынының тығыздығын өлшеу; құрылысты аяқтағаннан кейін — ғимарат пен жақын аумақта іздестіру гамма түсіруіді жүргізу, ғимарат пен жақын аумақта гамма сәулелену мөлшерінің қуаттылығын өлшеу, бөлмелердің ауасындағы радон мен торонның көлемдік және тең салмақты эквивалентті белсенділігін өлшеу қажет.

6. Әр тексерілетін тұрғын үйде (пәтерде немесе бір отбасына арналған үйде), сондай-ақ өндірістік ғимараттардың бөлмелерінде (цехта, қоймада, тұрмыстық және т.б. бөлмелерде) гамма-сәулелену мөлшерінің қуаттылығы өлшенеді және бөлмелер ауасындағы радон изотоптарының жылдық орташа эквивалентті тең салмақты көлемдік белсенділігі анықталады.

7. Жұмыс аспабы ретінде СРП-88, ДКС-90, РКС-01-СОЛО, ДКГ-02У «Арбитр-М», Interceptor™ және басқа да дозиметр-радиометрлер қолданылады.

8. Гамма-аяны өлшейтін барлық дозиметр-радиометрлерге тексеру туралы куәліктер берілуі тиіс.

9. Аумақтың және бөлмелердің гамма-аясын өлшеу (гамма-түсіру) радиациялық қауіпсіздік саласында және радиациялық бақылау аппаратурасымен жұмыс істеуге қатысты біліктілік дайындығы бар мамандармен жүзеге асырылады.

10. Дозиметр-радиометрлер аспапты пайдалану нұсқаулығына сәйкес оңтайлы режимге келтіріледі. Бақылаулық гамма-сәулелену көзі бойынша анықталатын радиометрдің сезгіштігі аспаптың паспортындағы мәліметтерге сәйкес келуі тиіс.

2. Аумақта гамма-түсіруді өлшеу

11. Ашық жерлердегі сыртқы гамма-сәулеленудің МЭД (мкЗв/сағ) өлшеу ғимараттар мен құрылыстардан 30-дан 100 м-ге дейінгі арақашықтықта және бір-бірінен 20 м арақашықтықта орналасқан 5 нүктеде (пунктте) тексерілетін ғимаратқа жақын жүргізіледі. Өлшеу нүктелерін елді мекеннің табиғи топырақты, жергілікті техногенді өзгерулері (қиыршықтас, құм, асфальт) болмайтын және радиоактивті ластанбаған учаскелерінде таңдау керек. Өлшеулер жүргізген кезде детекторлау блогын жер бетінен 1 м биіктікте орналастырады.

12. Екі және одан көп мамандардың күшімен гамма-түсіруді жүзеге асырған жағдайда радиометрлердің көрсеткіштері тірек-бақылау пункттерінде (бұдан әрі - ТБП) біріктіріледі және салыстырылады. Жүргізілген 5 өлшеуден орташа мән алынады.

13. ТБП ретінде ұйымның кез келген аумағы таңдалады. Тірек-бақылау пунктінің алаңы мүмкіндігінше тегіс, құрылыс орындарынан 10 м арақашықтықта орналасуы тиіс. Гамма-аяны өлшеу кезінде аспаптың детекторы жерден 1 м биіктікте орналасуы керек.

14. ТБП-інде көрсеткіштерді салыстыру әрбір топпен жұмыс күнінің басында және соңында жүргізіледі. Радиометрлер көрсеткіштерінің айырмашылықтары бір-бірінен $\pm 30\%$ болуы керек.

15. Гамма-түсіру «конверттік әдіспен» аумақтағы нүктелер арасында 5 м қашықтықта, бөлмелер мен құрылыстардағы нүктелер арасында 1 м қашықтықта жүргізіледі. Гамма-түсіру алаңның барлық аумағында желі бойынша жүргізіледі. Желіні бөлу құрылыстың ерекшеліктерін, жер бедерін, таңдалған учаскенің аумағын есепке ала отырып, алдын –ала жүргізіледі.

16. Профиль – гамма-түсіру жүргізілетін маршруттық сызық. Алаңдық гамма-түсіру желісі профилден және гамма-аяны өлшеу нүктелерінен тұрады.

Желі елді мекендегі белгіленген жерлер бойынша бекітіледі және өлшеу хаттамасында белгіленеді.

17. Аумақтағы профильдер арасындағы арақашықтық 5 м, бөлмелер мен құрылыстардағы профильдер арасында-1 м болуы керек. Профиль бойынша белгіленген гамма-аяны өлшеу аумақта 10 м сайын, бөлмелерде 5 м сайын жүргізіледі.

18. 1 гектардан астам аумақта профильдер бойынша таңдамалы гамма-түсіруді және белгілі желі бойынша алаңдық гамма-түсіруді жүргізу қажет (коммуникациялардың, құрылыстардың және селективті аймақтың орналасуына байланысты).

19. Шағын радиоактивті учаскелерді гамма-түсіру кезінде өткізіп алмау үшін телефонмен шудың қарқындылығын үздіксіз тыңдау және аспаптың көрсеткіштерін профильдің ұзындығы бойынша шкала арқылы бақылау қажет.

20. Шудың (гамма-аяның қарқындылығымен шартталған) қарқындылығын тыңдау мүмкіндігінше жылжытылған детектор кезінде жүргізіледі. Гамма-түсіру кезінде 2 сағат сайын бақылаулық көз арқылы радиометрдің сезгіштігін тексеру және әр сағат сайын аспаптың қоректену режимін бақылау қажет.

21. Жаяу түсірудің жылдамдығы сағатына 2 километр болуы қажет. Белгіленген нүктеде гамма-аяны өлшеу уақыты 5 секунд болуы, өлшеу саны 5 ретке жетуі қажет. 2 еселік аяның сәулелену қарқындылығы болғанда өлшеу уақытын 25-30 секундқа (бұдан әрі - секунд) дейін арттыру керек. Бұл кезде нүктелер арасындағы қашықтық 1 м болуы қажет.

22. Аспаптардың детекторының белгіленген нүктедегі өлшенетін жоғарғы қабаттың арасындағы қашықтығы 1-2 см, қозғалыс кезіндегі қашықтығы 5-10 см болуы қажет. Белгіленген өлшеулер барлық күдік тудыратын материалдарда: ескі шүберек қиындыларында, металл бөлшектерде, қоқыс үйінділерінде, тексеру (бақылаулық) құдықтарда және т.б. жүргізіледі.

23. СРП-88 типті радиометрлердің көмегімен радиациялық ауытқушылықты анықтау кезінде ауытқушылықтың шекараларын анықтайды, РКС-01-СОЛО, ДКС-90, ДРГ-01Т1, ДКГ-02У «Арбитр-М», Interceptor™ дозиметрдің көмегімен ауытқушылық ауданындағы гамма-сәулеленудің жоғары мөлшерінің қуаттылығын анықтайды. Анықталған ауытқушылық нысан сызбасында белгіленеді.

24. Елді мекенді (үлкен қаланың ықшам ауданын) тексеру кезінде көшелердегі адам көп жүретін орындарда (1 м биіктікте) гамма-сәулеленудің жоғары мөлшерінің қуаттылығын өлшеу жүргізіледі. Осындай өлшеу нүктелерінің саны 20-ға жетуі қажет. Көшедегі гамма-сәулеленудің жоғары мөлшерінің қуаттылығының орташа мәні сыртқы гамма-сәулеленудің жылдық әсерлі мөлшерін бағалау кезінде қолданылады.

25. Ашық жердегі гамма-сәулеленудің өлшенген МЭД мәнін бағалау ретінде \dot{H}_0 үшін i нүктесінде жүргізілген өлшеулер нәтижелерінің \dot{H}_{0i} ең азын алады. Осы нәтиженің кездейсоқ қателігі- Δ_0 үшін осы нүктедегі өлшеулер нәтижесіне арналған тиісті шаманы алады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бүгінгі күні радиацияның тірі организмдерге әсерін зерттейтін ғалымдар оның қаншалықты кең таралғанына қатты алаңдауда. Зерттеушілердің пікірінше, қазіргі адамзат радиация мұхитында жүзіп жүр, көзге көрінбейтін радиоактивті бөлшектер топырақта және ауада, суда және азық-түлік, балалар ойыншықтарында, әшекей заттарында, құрылыс материалдарында, антиквариатта кездеседі. Олар бір қарағанда зиянсыз болып көрінгенмен, адам денсаулығы үшін қауіпті болуы мүмкін.

Біздің тәнімізді де белгілі бір дәрежеде радиоактивті деп атауға болады, өйткені тіндер әрқашанда қажет химиялық элементтерді - калий, рубидий және олардың изотоптарын қамтиды. Айтса, сенгісіз, бірақ әр секунд сайын мыңдаған радиоактивті ыдырау бізде орын алады!

Атом ядросы протондар мен нейтрондардан тұратыны белгілі. Кейбір элементтерде олардың орналасуы өте қарапайым болуы мүмкін, соған байланысты олар тұрақсыздықта болады. Мұндай ядролардың артық энергиялары бар болғандықтан, оны шығаруға тырысады. Бұл келесі жолдармен іске асады: екі протон мен екі нейтронды шағын «бөлшектер» шығарылады (альфа ыдырауы); ядрода протон нейтронға айналады және керісінше өзгереді. Сол кезде, электрондар немесе олардың бір түрі - қарсы таңбалы антиэлектрондарды беретін бета-бөлшектер шығарылады; артық энергия ядродан электромагниттік толқындар (гамма-ыдырау) түрінде босатылады. Сонда, радиацияның кез келген түрі үлкен жылдамдықтағы жоғары энергетикалық бөлшектердің ағыны (секундына ондаған және жүздеген мың шақырымды қамтитын) болып табылады, және организмдерге тигізетін зияны да жоғары болып есептеледі.

Жалпы, Атырау қаласы бойынша радиацияның қоршаған ортаға әсері қалыпты. Радиациясы жоғары нысан жоқ деп, қорытынды жасауға болады. Өйткені, жоғарыда атап өткендей радиация көздері болып табылатын: таудағы қазбалар, атмосферадағы радиоактивті элементтердің бөлінуі салдарын пайда болатын сәулелену, атом энергиясын өндіруге және ядролар қаруын сынауға байланысты және т.б. нысандар қала бойынша жоқ десек те болады.

Зерттеу нәтижесінде Атырау қаласы бойынша алты нысаннан өлшеу нәтижелері алынды. Қорытындылай келе, Атырау қаласының жалпы радиация деңгейі 13Бк/кг немесе 0,2 мкЗв-тен аспайды. Бұл қалыпты жағдай болып табылады.

Қорғауға келесі ұстанымдар шығарылды:

- радиоактивтілік теориясының негізі;
- өлшеу әдістері мен радиация деңгейін өлшейтін құралдардың түрлері, тұрмыста қолданылатын дозиметр құралының моделі;
- аумақтарды және тұрғын үйлер мен ғимараттарды радиациялық – гигиеналық бақылаудан өткізу әдістемесі;
- қоршаған ортаның радиациялық әсерін (Атырау қаласы мысалында) өлшеу нәтижелері

ҚОЛДАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ:

1. Радиационная безопасность. Рекомендации Международной комиссии по радиологической защите 1990 года. Публикация 60 МКРЗ.Ч.1:Пер.с.англ.- М.: Энергоатомиздат,1994.
2. Асқарова З.« Радиация және өмір » Алматы 1993 ж.
3. «Радиоактивные загрязнение: события и последствия», «Наука и высшая школа Казахстана» - 2003 г. 1 март
4. Кудряшов Ю.Б., Беренфельд Б.С.Основы радиационной биофизики: Учебник М.: Издательство Москва ун-та, 1982, 304 с. ил.
5. Бабаев Н.С., Демин В.Ф., Ильин Л.А. и др. Ядерная энергетика: человек и окружающая среда. – М.: Энерго атом издат , 1984. – 235 с.
6. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3. Оптика.Атомная физика. Физика атомного ядро и элементарных частиц. М:Наука. 2016
7. Әлімбекова Г.Б., «Атомдық физика және радиоактивті сәулелену» оқу құралы. – Алматы : «Литера» 2002. -143 бет.
8. Гинзбург В.Л. «Космические лучи у Земли и во вселенной», М., «Знание»,1961 ж.
9. Мукашев К.М., «Нейтронная физика в исследованиях космических лучей» - Алматы. Ұлағат КазНПУ им. Абая, 2003. - 192 с.
10. Легеза В.И., Гребенюк А.Н., Бутомо Н.В. и др. Медицинские средства противорадиационной защиты: Пособие для врачей / Под ред. В.И.Легезы, А.Н. Гребенюка. – СПб.: Лань, 2001.
11. Радиация: Дозы, эффекты, риск.Пер. с англ. Ю.А.Банникова: - М.:Мир, 1988.
12. Сивинцев Ю.В. Радиация и человек.- М.: Знание, 1987 – 235 с.
13. Малаховский В.Н., Гребенюк А.Н. Проблема радона.Радиобиологические и гигиенические аспекты // Морской медицинский журнал.-2001.-Т.8№1.
14. Козлов Ф.В. Справочник по радиационной безопасности .- М.Энергоатомиздат,1991.
15. Нормы радиационной безопасности НРБ-99 .-М. Госкомсанэпиднадзор РФ,1999.
16. Садықов С.С. Иондаушы сәулеленің физикалық және биологиялық негіздері Оқулық. – Алматы,2002.
17. Под общ.ред.В.М.Шарапова,Е.С.Полищука.Датчики Справочное пособие.-М.: «Техносфера», 2012. – С.472.
18. М.Л.Бароночников. Приёмники и детекторы излучений. Справочник. – М: «ДМК Пресс», 2012 . –с.472
19. Бельшев С.С., Зверева И.М. Практическое занятие с дозиметром как средство развития вероятностного мышления и радиационной грамотности школьника // Проблемы создания образовательной среды по физике в условиях реализации новых стандартов. Общеобразовательные учреждения,

педагогическое вузы: доклады научно – практической конференции (13 -14 апреля г., Москвы) ИИУ МГОУ . Москва . 2016 – 144 с.

20. Санитарно гигиенические требования по обеспечению безопасности. СанПиН –Астана, 2003.

21. Жаханов А. Радиациялық экология: оқулық / А. Жаханов. — Алматы : Эверо, 2011. — 292 б.

22. Жуматаева К.С. Дозиметрлік құралдар көмегімен радиация фонын анықтау. Materials of the International Student Scientific Conference «Integration of the Scientific Community to the Global Challenges of Our Time» – Sapporo, Japan: Regional Academy of Management, 2019. – 254 p.