

Л 2011
28780к

**Ә. Ә. Торғаев, И. А. Базанова,
Б. Б. Мүсәпірова**

**РАДИАЦИЯЛЫҚ
ҚАУІПСІЗДІКТІҢ
НЕГІЗДЕРІ**

Оқу құралы

Алматы-2009

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ
«М. ТЫНЫШБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ КӨЛІК ЖӘНЕ
КОММУНИКАЦИЯЛАР АКАДЕМИЯСЫ» АҚ

Ә. Ә. Торғаев, И. А. Базанова, Б. Б. Мүсәпірова

**РАДИАЦИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТІҢ
НЕГІЗДЕРІ**

Оқу құралы

Алматы
2009

~~ӘОК 504.75.05 (075.8)~~

ББК 20.18я73

Т 60

Пікір жазғандар:

М. Т. Жараспаев- т.ғ.д., ҚазҰТУ профессоры

А. А. Ташев.- т.ғ.д., ОАУ профессоры

Ж. Б. Байнатов- т.ғ.д., ҚазККА профессоры

Т 60 Торғаев Ә. Ә.

Радиациялық қауіпсіздіктің негіздері: Оқу құралы. /Ә. Ә. Торғаев, И. А. Базанова, Б. Б. Мүсәпірова -Алматы: Қаз ККА, 2009.-116 б.

ISBN 978-601-207-464-2

Оқу құралында радиациялық көздердің түзілу мәселелері негізгі теориясы, жергілікті жерлердің улану факторлары, радиацияның адамдарға әсері мен жеке және ұжымдық қорғаныс құралдарының ерекшеліктері жазылған.

Организмдегі радиоактивті заттардың таралу сипаты нақты суреттеледі: кальцийдің, стронцийдің, радийдің, плутонийдің қаңқада жинақталуы; церийдің лантанның және т.б. бауырда жинақталуы.

«Өмір-тіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау» мамандығының студенттеріне және радиоактивті сәулеленуден тұрғындарды қорғау бойынша төтенше жағдай саласындағы мамандарға арналған.

ӘОК 504.75.05 (075.8)

ББК 20.18я73

Т $\frac{1502000000}{00(05)09}$

Баспаға авторлық нұсқада ұсынылды.

ISBN 978-601-207-464-2

© ҚазККА, 2009

© Торғаев Ә. Ә.т.б., 2009

Мазмұны	
КІРІСПЕ.....	5
1 РАДИАЦИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ ТҮСІНІКТЕР.....	6
1.1 Ядролық жарылыс тудыратын факторлардың сипаттамасы.....	6
1.2 Адам организмiне радиацияның әсер етуi.....	11
1.3 Радиациялық қауiпсiздiктiң қалыптасуы.....	15
2 ЗАТТАР МЕН НЕЙТРОНДАРДЫҢ ӨЗАРА ӘРЕКЕТI. ЯДРОЛАРДЫҢ БӨЛІНУЛЕРI.....	18
2.1 Ядролық жарылыс кезіндегі жергілікті жердің радиоактивті зақымдануы.....	18
2.2 Радиоактивтілік.....	22
3 ИОНДАЙТЫН СӘУЛЕЛЕНУДІҢ ДОЗИМЕТРІ.....	24
3.1 Эффе́ктивті және күтілетін мөлшерлер.....	25
3.2 Индикаторлар.....	27
4 ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ЛАСТАЙТЫН РАДИОАКТИВТІ КӨЗДЕР.....	29
4.1 Радиацияның табиғи көздері.....	29
4.2 Радиацияның жасанды көздері.....	33
5 СӘУЛЕЛЕНУДІҢ ЗАТПЕН ӨЗАРА ӘСЕРІ. ЗАРЯДТАЛҒАН БӨЛШЕКТЕРДІҢ ЗАТПЕН ӨЗАРА ӘСЕРІ.....	38
5.1 Альфа-бөлшектер.....	38
5.2 Бетта-бөлшектер.....	38
5.3 Гамма-сәулеленудің затпен өзара әсері.....	39
5.4 Фотоэлектрлік сiңiрiлу.....	40
5.5 Комптондық шашырау.....	41
5.6 Жұптың пайда болуы.....	42
5.7 γ -сәулелері ағынының әлсіреуінің толық эффектісі.....	42
6 РАДИОАКТИВТІ СУЛЕЛЕНУДІҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ НЫСАНДАРМЕН ӨЗАРА ӘСЕРІ.....	44
6.1 Биоұлпанын құрылысы. Сәулелену кезіндегі биоұлпадағы физикалық-химиялық үрдістер. Әсер етудің алғашқы механизмдері. Еркін радикалдар.....	44
6.2 Радиациялық улану кезіндегі клиникалық эффектілер.....	46
6.3 Биологиялық эффектінің пайда болуының қауіпті деңгейі.....	49
6.4 Сәулеленуден болған соматикалық, генетикалық және стохастикалық эффектілер.....	50
7 РАДИАЦИЯЛЫҚ БАРЛАУДЫҢ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ПРИБОРЛАРЫ.....	52
7.1 Иондағыш сәулеленуді табу және өлшеу әдістері.....	52
7.2 Радиациялық барлау приборларының классификациялары.....	53
7.3 Дозиметрлік приборлар.....	54

7.4 Мөлшер қуатын өлшейтін приборлар (рентгенометрлер).....	56
7.5 Химиялық барлау приборлары.....	58
7.6 Регитрация мен дозиметрияны иондау әдісі.....	59
7.7 Дозиметрияның сцинтилляциялық әдісі.....	65
7.8 Люминесценттік әдіс.....	67
7.9 Фотографиялық әдіс.....	70
7.10 Химиялық әдіс.....	71
7.11 Нейтрондарды тіркеу әдістері.....	74
8 ЖАЛПЫЛАМА ЖОЯТЫН ҚАРУДАН ЖӘНЕ БАСҚАДА ҚҰРАЛДАРДАН ҚОРҒАУ.....	76
8.1 Қорғағыш ғимараттарда тұрғындарды паналату.....	76
8.2 Электрмен қамтамасыз ету және байланыс.....	80
8.3 Сумен қамтамасыз ету және канализация.....	80
8.4 Жылыту жүйесі.....	80
8.5 Радиацияға қарсы панахана.....	81
8.6 Жеке қорғаныс құралдары.....	84
9 ИОНДАЙТЫН СӘУЛЕЛЕНУДЕН ҚОРҒАНУ.....	90
9.1 Сәулеленуден қорғайтын материалдардың әсер ету үрдістері...90	
9.2 Халық аралық ережелер мен ұсыныстар.....	94
10 РАДИОАКТИВТІ ҚАЛДЫҚТАР.....	95
10.1 Радиоактивті қалдықтар.....	95
10.2 Радиоактивті қалдықтармен жұмыс істеу принциптері.....	97
10.3 Радиоактивті қалдықтарды көмудің қауіпсіздігі.....	98
11 РАДИАЦИЯЛЫҚ АВАРИЯЛАР.....	100
11.1 Радиациялық авариялар.....	100
11.2 Авариялық оқиғаларды талдау.....	100
11.3 Аварияларды тексеру мен жоюды ұйымдастыру мәселелері.....	103
12 РАДИАЦИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТІҢ ҚҰҚЫҚТЫҚ АСПЕКТИЛЕРІ.....	105
12.1 Радиоактивті заттармен жұмыс істеудің санитарлық ережелері.....	105
ТЕРМИНАЛОГИЯЛЫҚ СӨЗДЕР.....	110
Пайдаланылған әдебиет.....	116

КІРІСПЕ

Қазіргі тарихи кезеңде цивилизацияның дамуында радиацияның рөлі өте зор. Радиоактивтіліктің арқасында медицина саласында, өндірістің әртүрлі салаларында, энергетиканы саласында едәуір жетістіктерге қол жетті.

Бірақ бұнымен қоса радиоактивті элементтердің қасиеті жағынан негативті байқалулары айқын байқала бастады, радиациялық сәулеленудің организмге әсер етуі және т.б. Мұндай фактілер көпшілік көңілінен байқаусыз қалмады. Адам организміне және қоршаған ортаға радиацияның әсер етуі көп анықтала бастаған сайын адамзат тіршілігінің әртүрлі салаларына радиация қаншалықты үлкен рөл атқаруы керек екендігі жайлы қарама қарсы көз қарас қалыптаса бастады. Өкінішке орай нақты ақпараттардың жеткіліксіздігі осы мәселені қабылдауда көз қарастың сәйкес келмеуіне алып келеді.

Радиоактивтілікті біздің өміріміздің бір бөлігі деп қарастыруымыз керек, бірақ радиациялық сәулеленуге байланысты заңдылықтар үрдістерін білмей жағдайды нақты бағалау мүмкін емес.

Бұл үшін радиациялық мәселелермен айналысатын арнайы халықаралық ұйымдар құрылды, олардың ішінде 1920 жылдың соңында құрылған Радиациядан қорғану бойынша Халықаралық комиссия (РҚХК), сонымен бірге БҰҰ тұрғысынан 1955 жылы құрылған Атом радиациясының әсер етуі бойынша ғылыми комитет (АРӨҒК).

Радиациялық қауіпсіздік радиоактивті заттармен және басқада иондаушы сәулеленулермен жұмыс істеген кездегі техникалық қауіпсіздіктің және өндірістік санитарияның жеке тарауы болып табылады. Радиациялық қауіпсіздіктің қарқынды дамуы ХХ ғасырдың екінші жартысында, сол уақытта ішкі ядролық энергияны бірінші рет қолдануға байланысты басталды. Тіршіліктің және экологияның әртүрлі аспектілері болып табылатын ғылымдардың ішінде радиациялық қауіпсіздіктің зерттеу аймақтары маңызды орын алады.

1 РАДИАЦИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ТУРАЛЫ ЖАЛПЫ ТҮСІНІКТЕР

Радиация әр кезде де болады. Радиоактивті элементтер Жер құрамына ол бар кезде де және қазіргі кезге дейін де кіреді. Бірақта радиоактивті құбылыстардың өзі 113 жыл бұрын ғана ашылды.

1896 жылы француз ғалымы Анри Беккерель фотографиялық пластинкаларды басып шығарғаннан кейін, құрамында уран бар минерал сынығымен ұзақ уақыт жанасқанда сәулелену іздері шыққанын кездейсоқ байқап қалды. Кейіннен бұл құбылыспен Мария Кюри («радиоактивтілік» терминінің авторы) және оның жұбайы Пьер Кюри айналысты. 1898 жылы олар сәулеленуден кейін уран басқа элементтерге айналатынын тапты, оларды жас оқымыстылар полоний және радий деп атады. Өкінішке орай радиациямен кәсіби айналысатын адамдар радиациялық заттармен жиі жұмыс істейтін болғандықтан өздерінің денсаулығын және тіпті өмірлерін де қауіпке тікті. Бұған қарамастан зерттеулер жүргізіле берді, соның нәтижесінде радиоактивті массаларда атомның құрылымының ерекшеліктерімен және қасиеттерімен едәуір мөлшерде шартталған реакциялардың өту үрдісі туралы өте нақты мәліметтерге ие болды.

Адамдарға енетін радиацияның тиетін әсері тірі жасушаларға, яғни адам организміне биологиялық әсер етуі сәулеленумен туындайды. Зақымдайтын әсер сәулелену мөлшерінің мәніне және осы алған мөлшердің уақытына тәуелді. Қысқа уақыт ішінде алған мөлшер ұзақ уақыт ішінде алған мәні осындай мөлшерге қарағанда өте қатты уландырады. Бұны организмнің уақыт өте келе радиациямен зақымданған ұлпаларының бір бөлігін қалпына келтіруге қабілетті.

1.1 Ядролық жарылыс тудыратын факторлардың сипаттамасы

Ядролық жарылыс-ауыр ядроның бөліну үрдісі. Реакция болу үшін кемінде 10 кг жоғары байыған плутон керек. Табиғи жағдайларда бұл зат кездеспейді. Бұл зат ядролық реакторларда жүргізілетін реакциясының нәтижесінде алынады. Табиғи уран шамамен U-235 изотопының 0.7% құрайды, басқалары- уран 238. Реакцияны жүргізу үшін міндетті түрде заттың құрамында 90% кем емес -уран 235 болу керек.

Ядролық жарылыс қорғанбаған адамдарды, ашық тұрған техниканы, құралдар мен әр түрлі материалдарды бірден құртып жібереді немесе істен шығарады.

Ядролық жарылыстың құртатын негізгі факторлары болып табылатындар:

- екпінді толқын
- жарықтық сәулелену
- енетін радиация
- жергілікті жерлердің радиоактиві улануы
- электромагниттік импульс

Электромагниттік импульс барлығынан бұрын радиоэлектронды және электронды аппаратураларға (оқшаулағыштың бұзылуы, жартылай өткізгіш приборлардың бүлінуі, сақтандырғыштардың күйі және т.б) әсер етеді. Электромагнитті импульс өте қысқа уақытқа пайда болатын қуатты электрлік өрісті білдіреді.

Екпінді толқын көп жағдайларда ядролық жарылыстың негізгі жарақаттайтын факторы болып табылады. Өзінің табиғи болмысында кәдімгі жәй жарылыстың екпінді толқыны тәріздес, бірақ біраз ұзақырақ уақыт әсер етеді және өте қатты қиратқыш күшке ие. Ядролық жарылыстың екпінді толқыны жарылыс орталығынан алыс қашықтықтағы адамдарға да әсер етеді, ғимараттар мен әскери техникаларды қирата алады. Екпін толқыны жарылыс болған орталықтан өте үлкен жылдамдықпен жан-жаққа тарайтын ауаның қатты қысылған аймағын білдіреді.

Екпінді толқынның адамдарға әсер етуі және әскери техникаларға, инженерлік құрылыстарға және материалдардық құралдарға қирата әсер етуі, барлығынан бұрын оның шебіндегі екпінді толқынның артық қысымы мен ауа қозғалысының жылдамдығымен анықталады. Сонымен бірге қорғанбаған адамдар екпін толқынының жылдамдығымен қозғалысқа келетін, өте үлкен жылдамдықпен ұшқан әйнек сынығымен, қираған ғимараттардан ұшқан заттардың сынығымен, құлаған ағашпен және де әскери техникалардың шашылған бөлшектерімен, жер кесектерімен, тастармен және басқада заттармен зақымдануы мүмкін. Өте үлкен жанама зақымданулар елді мекендерде және ормандарда байқалады, бұл жағдайларда әскер шығыны, екпін толқынының тікелей әсер етуіненде өте үлкен болуы мүмкін. Екпін толқыны, тесіктер мен саңылаулар арқылы еніп, жабық бөлмелерде де зақым тигізуге қабілетті.

Ядролық жарылыстың жарық сәуле шығаруы

Ядролық жарылыстың жарықтық сәулеленуі деп ультракүлгінді, көрінетін және инфрақызыл сәулеленетін сәулелік энергияның ағынын түсінеді. Жарықтық сәулелену көзі болып, жарылыстың қызған өнімдері

мен қызған ауадан тұратын жарқырайтын аймақ табылады. Жарықтық сәулеленудің жарықтығы алғашқы секундтарда күн сәулесінің жарығынан бірнеше есе асып түседі. Жарықтық сәулеленудің сіңірілген энергиясы жылулық энергияға өтеді де, ол материалдың үстіңгі беткі қабатының ысуына алып келеді. Бұл ысу өте қатты болғандықтан, жанғыш материалдардың көмірленуі немесе тұтануы мүмкін және жанбайтын материалдар балқуы, бөлінуі, шытынауы өте үлкен өртке алып келеді. Адамның сыртқы тері жамылғысында жарықтық сәулеленудің энергиясын сіңіреді, соның салдарынан жоғарғы температураға дейін ысиды және күйіп қалады. Ең алдымен, дененің жарылыс болған жаққа қарап тұрған ашық қалған жерлері бірінші болып күйеді.

Егерде жарылыс жаққа қорғалмаған көздермен қараса, көрудің толық жоғалуына алып келетін көздердің зақым алуы мүмкін. Жарықтық сәулеленудің әсерінен күйген дене, кәдімгі оттан немесе судан күйген денеден айырмашылығы жоқ. Олар жарылысқа жақын жерде және қарудың қуаты күшті болса соғұрлым күштірек болады.

Енетін радиация

Енетін радиация, ядролық жарылыс болған аймақтан шығатын гамма кванттарының және нейтрондарының көрінбейтін ағынын білдіреді. Гамма кванттар және нейтрондар жарылыс болған орталықтан барлық жаққа жүздеген метр қашықтыққа тарайды. Жарылыс болған жерден алыстаған сайын гамма кванттардың және нейтрондардың сандары беттер бірлігі арқылы өтуі ақырындайды. Радиацияның ену көздері болып ядролық реакция мен жарылыс өнімдерінің радиоактивті ыдырауы табылады. Радиацияның ену уақыты 10-15 сек, осы уақытта ядролық реакцияның салдарынан ыдыраған жарық шаң, сынықтар шашырап болады. Онымен бірге осы уақыт аралығында радиоактивті бұлт ең жоғарғы биіктікке көтеріліп, радиоактивті сәуле жер бетіне жетпей ауа қабатымен сіңіріледі.

Енетін радиацияның әсер ету әрекеті гамма кванттарының және нейтрондардың онда олар таралатын ортаның атомдарын иондану қабілетімен анықталады.

Тірі ұлпаға енген гамма кванттар және нейтронды атомдары мен малекулаларды иондап, жасушалардың құрамына кіріп және ағзалар мен мүшелердің өмір сүруін құртып жібереді. Ағзадағы иондалудың әсеріне жасушаларда биологиялық өлу және сіңіру үрдісі жүреді. Ионданудың артық салдарынан зақымданған адамдарда арнайы ауру, яғни сәулелік ауру пайда болады.

Әртүрлі радиоактивті сәуленің энергиясын өлшеу үшін экспозициялық өлшеу мөлшері қабылданған. Си жүйесінде рентген

және гамма сәулеленудің экспозициялық мөлшерін өлшеу үшін осы сәулеленудің электр зарядының кулонына кететін энергияны, яғни килограмм ауаны иондауға кеткен (Кл/кг) энергия қабылданған (1 кал= 4.19 Дж).

Күнделікті өмірде экспозициялық мөлшердің жүйесіз бірлігі- рентген қолданылады. Рентген-ол дұрыс жағдай кезінде ($t_b=0^{\circ}\text{C}$; $P=760$ мм с.б.) 1см^3 құрғақ ауа құрайтын 2.0833×10^9 (млрд) жұп иондар құрайтын гамма сәулелену саны, сонымен бірге 1 грамм ауаның иондануына 87.65 эрг энергия (1 эрг= 10^{-7} Дж) жұмсалады. Рентген Р әріпімен белгіленеді. Рентгеннің мыңнан бір бөлігі – миллирентген (мР)

$$1 \text{ Кл/кг} = 3876,33 \text{ Р}$$

$$1 \text{ Р} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ Кл/кг.}$$

Бірақта әр түрлі заттардың радиоактивті сәулеленумен улану дәрежесі сәулеленетін заттың бірлік массасына келетін осы сәулеленудің сіңірілген энергиясының мәнімен анықталады. Әр түрлі заттардың қирау дәрежесінің есебі (сонымен бірге тірі материяда) сәулеленудің сіңу мөлшерімен есептеледі. Си системасында сәулеленудің сіңу мөлшерінің бірлігі Греймен (Гр) алынады.

Грей – бұл радиоактивті сәулеленудің мынандай сіңірілген дозасының кез келген түрі, онда кез келген 1кг заттың сәулеленетін массасының 1 джоуль сіңірілген энергиясымен анықталады (Дж/кг).

$$1 \text{ Грей} = 1 \text{ Дж/кг.}$$

Күнделікті өмірде жүйесіз бірлік жұмсалады – РАД (радиоактивті адсорбирленген мөлшер (доза))-бұл кез келген радиоактивті сәулеленудің мынандай сіңірілген мөлшері, ол 1грамм зат салмағына 100 эрг сіңірілген энергияға сәйкес келеді.

$$1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад.}$$

Ауа үшін сіңірілген мөлшердің өлшеу бірлігі-рад пен экспозициялық мөлшердің энергиялық қатынасы-рентген былай өрнектеледі $1 \text{ рад} = 1.14 \text{ Р}$ (биологиялық ұлпа үшін $1 \text{ рад} = 1.05 \text{ Р}$), сол себепті 1рад 1 рентгенге тең деп есептеуге болады.

Бірақта әртүрлі радиоактивті сәулеленулер, тіпті олардың әрқайсысының сіңірілген мөлшерлері бірдей болсада, адам организмінің жағдайына бірдей әсер етпейді, сол себепті адам организміне радиоактивті сәулеленудің тиетін биологиялық әсер етуін есепке алу үшін эквиваленттік мөлшер түсінігі қабылданған. Эквиваленттік

мөлшердің жүйесіз бірлігі ретінде бэр (радтың биологиялық эквивалеті) қабылданған. Бэр- кез келген сәулеленудің сіңірілген мөлшері, ол 1 рад гамма сәулелену сияқты бірдей биологиялық эффект тудырады.

РАД=кБЭР

мұнда, к-ұлпаларға бірдей сіңірілген мөлшер кезінде гамма сәулеленудің әсер етуінен берілген сәулелену түрінің биологиялық әсер ету эффективтілігі қаншама рет үлкен екенін көрсететін сәулелену сапасының коэффициенті. Рентгендік бэ́та және гамма сәулелену үшін $k = 1$, нейтрондардың сәулелену энергиясы үшін $k = 3-10$, энергиясы 10 МэВ кем, альфа бөлшектері үшін $k = 20$.

Си жүйесінде эквивалентті мөлшерді өлшеу үшін зиверт (Зв)- бірлігі қабылданған.

$$\text{Зв} = 100 \text{ бэр} = \text{Гр/к} = \frac{\text{ДЖ / кг}}{\text{к}} = 100 \text{ рад/к.}$$

Адамдарға енетін радиацияның зақымдаушы әсері сәулеленумен туындайды, ол тірі жасушаларға зиянды биологиялық әсер етеді, яғни адам ағзасына да әсер етеді. Зақымдау әрекеті сәулелену мөлшерінің мәні мен уақытына байланысты. Қысқа уақытта алған сәулелену, ұзақ уақыт алған сәулелену зардабына қарағанда қирау, зақымдану қатты болады. Себебі адам ағзасы ұзақ алған кезде өз қалпына келуі артып, жасушалар тіріледі. Радиоактивті сәулеленудің бірінші төрт күндігі – бір реткі алған сәулелену; одан көп болса – бірнеше рет алған сәулелену деп аталады.

Жергілікті жердің радиоактивті улануы

Радиоактивті уланудың көзі, ядролық зарядтың бөліну өнімі, зарядтың әсерлеспеген бөлігінің радиоактивті заттары болып табылады.

Ядролық зарядтың бөлген заттарынан жердің бетінен жоғары биіктікке көп мөлшерде шаң қысымы саңырау құлақ тәріздес бұлт болып көтеріледі де, тартылу күшінің және желдің әсер етулерінен жер бетіне түсіп, радиоактивті уланудың көрінбейтін ізі пайда болады.

Радиоактивті уланудың көзі болып 235 уран ядросының изотобы табылады. Бұл изотоптар тұрақты емес және ыдырап α, β және γ сәулеленуін түзеді.

α -екі протоннан және екі нейтроннан тұратын гелий ядролары. таралу жылдамдығы 20000 км/с, ауадағы еркін жүрісі 10 см. Өте үлкен иондаушы қабілетке ие. Ол адам организмінің ішіне енсе өте қауіпті.

β -бөлшектері α бөлшектерімен салыстырғанда үлкен ену қасиетіне ие (ауада жүру ұзақтығы метрлерді құрайды) және ол қағазбен емес, енді қатты материалдармен (алюминий, органикалық әйнек; т.б.) ұсталады. Бірақ бетта-бөлшектерінің иондаушы қабілеті (электрондар, позитрондар) альфа бөлшектердікінен 1000 есе аз және 1 см жолына ауадағы жүру кезінде бірнеше ондаған иондар жұбын түзеді.

γ -сәулелену өздерімен нейтрондар ағынын және гамма кванттарын білдіреді. Гамма кванттар өздерінің табиғаты бойынша электромагниттік сәулеленулерге жатады және үлкен ену қабілетіне ие (ауада бірнеше километрлерге дейін), олардың иондаушы қабілеті альфа және бета бөлшектерге қарағанда аз болады. Нейтрондар (атом ядросының бөлшектері) оларда біршама ену қабілетіне ие, ол оларда зарядтың жоқтығымен түсіндіріледі. Олардың иондаушы қабілеттері «бағытталған радиоактивтілікпен» байланысты, заттың атомының ядросына нейтронның тиюі нәтижесінде пайда болады және осымен оның тұрақтылығын бұзып, радиоактивті изотоп түзеді. Нейтрондардың иондаушы қабілеті белгілі бір жағдайларда альфа сәулеленудің жағдайларымен ұқсас болуы мүмкін.

Үлкен ену қабілеті бар иондаушы сәулелену, сыртқы сәулелену кезінде үлкен дәрежеде қауіп тудырады, ал альфа және бета сәулелену организмнің ұлпаларына тікелей әсер етуі кезінде организмнің ішіне демалатын ауамен, сумен, тамақпен енген кезде қауіпті.

Радиация көзінің орналасуына байланысты (организмде емес немесе оның ішінде) сыртқы және ішкі сәулелену деп ажыратуға болады.

Сыртқы сәулелену рентген аппараттары мен жылдамдатқыштардың жұмысымен байланысты, өте енгіш ең қауіптісі гамма-рентгендік және нейтрондық сәулелену.

Ішкі сәулелену (радиоактивті шандардың, газдардың, булардың тамақпен бірге немесе демалу кезінде түсуі) үлкен иондауды тудыратын альфа және бетта сәулеленулер өте қауіпті.

Ішкі сәулеленудің адам үшін мөлшері – 10 рад, ал сыртқы сәулелену 30 рад.

1.2 Адам организмiне радиацияның әсер етуi

Жер шарының тұрғындары үшін ылғи да табиғи радиациялық фонның әсер етуіне ұшырайды, олар жерде, ғарыштық радиациядан, темірбетонды және кірпішті құрылыстарда болатын радиоактивті заттардың сәулеленуінен құралады. Жердің әртүрлі жерлерінде қосынды жылына 70 тен 200 мР дейін ауытқиды.

1200м биіктіктегі табиғи радиациялық фон жер радиациясына карағанда 1.5-2 рет өседі. Технологиялық факторлардың есебінен (АЭС, уранды кеніштер, радиоактивті қалдықтар көмілген жерлер және б.) кейбір Жер регионының радиациялық фоны жылына 200-4-мР құрайды. Мұндай жиынтық мөлшер адам өміріне қауіпсіз.

Бірақ дүние жүзіндегі атомдық энергетиканың қарқынды дамуы тұрғындарды радиациядан қорғау мәселесін туғызды. АЭС апаты кезінде аймақтардың радиоактивті заттармен улануы болады. Жергілікті жерлерде реактивті зақымдану, жарылыс кезінде пайда болған реактивті бұлттардан радиоактивті бөлшектердің жерге түсуінен пайда болады, ол жел бағытымен жылжиды. Жергілікті жердің зақымдану қарқыны радиация мен сәулелену мөлшерінің адамға белгілі бір уақытта енуімен анықталады.

Енетін радиация-бұл ядролық жарылыс кезіндегі гамма-сәулелер мен нейтрондардың жіберетін ағыны. Барлық тірі мақұлыққа (оның ішінде адамға да) берілген зақымдайтын факторлардың әсер етуі организм құрамына кіретін атомдар мен молекулалардың иондалуынан тұрады, ол оның тіршілік функциялары мен жеке мүшелерінің бұзылуына алып келеді, сүйек миының зақымдалуына, сәулелік аурудың таралуына алып келеді.

Радиологиялық қауіпсіздік бойынша Халықаралық комиссияның мәліметтері бойынша жылына 35 бэр (рентгеннің биологиялық эквиваленті) асатын мөлшерлер қауіпті болып табылады. Егерде сәулеленудің 4 тәуліктегі мөлшері 50 рад болса, 10-30 тәулікте - 100рад бір жылда — 300рад болса адамдардың өміріне қауіп төндірмейді.

Есте сақтау керек! Енетін радиациядан іс жүзінде адамдарды панажайлар (убежища) және радиацияға қарсы баспаналар (укрития) толық қорғайды, ал ашық және қалқаланған жерлер бұл әсер етулерді азайтады.

Қалыңдығы 2.8 см болат, 10 см—бетон, 14 см-топырақ, 30 см-ағаш гамма сәулеленуді екі есе әлсіретеді.

Радиоактивті зақымдану ядролық бұлттардың жарылысынан атмосфералық жер қыртысына, ауа кеңістігінде, тұрғылықты жерде радиоактивті заттардың әсерінен болады. Адамдардың зақымдану қауіпсіздігі тұрғылықты жерде радиоактивті зақымданған ауада ұзақ уақыт сақталады — күндер, апталар, тіпті айлар бойы сақталады. Тұрғылықты жердің радиоактивті зақымдануы жарылыстың түріне байланысты. Жерде болған жарылыс қауіпсіздеу. Бұл жерде активтігі күшті. Ол топырақ бөлшегінің салдарынан өседі. Жарылыс бұлты мен жарықшақ бөлшектер жарылыс ауданынан алыс жерлерде радиоактивті зақым тудырады. Тұрғылықты жердің зақымдану масштабы мен дәрежесі. ядролық жарылыстың түрі мен қуатына, санына,

метеорологиялық жағдайына желдің бағыты мен жылдамдығына байланысты. Мысалы, қуаты 1 мегатон жарылыста жанғыш (огненный) шар 20 тың тоннадай топырақты қатыстырады және ұшырады.

Көптеген бөлшектен құралған радиоактивті үлкен бұлт жасалады. Бұлт араласады. Радиоактивті бөлшектер бұлтпен араласады. Радиоактивті зақымданған аймақ құрады.

Бұл үрдіс жарылыстан кейін 10-20 сағатқа созылады.

Зақымдану дәрежесіне байланысты және адамдардың дәрежесіне байланысты және адамдардың зақымдану қауіпіне байланысты 4 аймаққа бөлінеді: А-орташа, Б-күшті, В-қауіпті, Г-төтенше қауіпті зақымдану.

Толық таралу кезіндегі сәуленің мөлшері мынадай: сыртқы аймақтың шекарасында А-40Р, ішкіде-400Р, Сыртқы аймақтың шекарасында Б-400Р, ішкіде -1200Р, В аймағының сыртқы шекарасында-400Р (аймақтың ортасында 10000Р және одан көп) радиациясының бірқалыпты дәрежесі кесілімді уақыт ішінде 10 есе төмендейді, қысқасы 7 рет. Мысалы, жарылыстан кейін 7 сағат ішінде 10 есе төмендесе, ал 49 сағаттан соң шамамен 100 рет.

Адамның сәулелену мөлшерінің көлемі радиациялық деңгейіне байланысты. Зақымдалған жерге келген адамның қанша уақыт болғаны мен оның қорғау дәрежесіне (радиацияның әлсіреу коэффициенті) де байланысты.

Апаттан соң радиоактивті ортада радиацияның негізгі қауіпті көзі сыртқы сәулелену. Дұрыс және дер кезінде қауіпсіздік шараларарды қолданса адам ағзасына ингаляцияланған радионуклидтің түсуі мүмкін емес.

Ішкі сәулелену азық-түліктер мен судан ағзаға түскен радионуклидтердің салдарынан ұлғаяды. Апаттың бірінші күндері йодты изотоптар радиоактивті өте қауіпті, олар қалқанша безге жиналады. Балаларға өте қауіпті йодты изотоптың кішігірім концентрациясы сүттен табылады.

Апаттан соң 2-3 айдан соң ішкі сәулеленудің негізгі агенті радиоактивті цезий, ол адам ағзасына азық түліктер арқылы түскен.

Адам ағзасына басқа да радиоактивті заттар (стронций, плутони) түсуі мүмкін, қоршаған ортаның ластану масштабы.

Ағзадағы радиоактивті заттардың бөліну сипаттамасы:

- қаңқадағы жиынтық (кальций, стронций, радий, плутони)
 - бауырдағы концентрленуі (церий, метан, плутоний)
 - мүшелері мен жүйкелерге бірдей бөлінуі (третий, көміртек, инертті газдар, цезий т.б.)
 - таңдалып алынған радиоактивті йод (шамамен 30%)
- Басқа мүшелерге қарағанда 100-200 рет активтілігі жоғарлатады.

Потологиялық үрдістердің зақымдану дәрежесінің тәуелділігі, иондалған сәулені туғызып (шақырып), асқынған және кәдімгі формадағы сәулелену ауыруын туғызуы мүмкін. Генетикалық балашағасына, тұқымына әртүрлі әсер етуі мүмкін.

Сәулеленудің мөлшеріне байланысты асқынған сәулену ауыруды 4-ке бөледі.

Бірінші (жеңіл) адам мөлшері 100 ден 200 бэр-ге дейін алғандағы ауыру түрі.

Ондай ауруларға жалпы шаршау, жәй жүрек айну, әлсін-әлсін бас айлану, терлеу жатады. Ол адамдар, яғни мұндай мөлшер алғандар (100 ден 200 бэр) саптан, яғни жұмыстан шығып кетпейді, жүре береді. Қанының тазалануы 4 айдан соң аяқталады.

Сәулелік ауырудың **екінші дәрежесі** (түрі) мөлшері 200-300 бэр алғанда болады. Мұндай зақымданғандарға: бас ауруы, температурасының көтерілуі, өт-ішек жолдарының бұзылуы, яғни іш өтуі жатады. Бұл адамдар тез және жылдам ауырады да, көбінесе саптан, яғни жұмыстан шығып қалады. Қанының тазалануы 6 айға созылады. Тіпті адам өлімі болуы да мүмкін.

Үшінші (ауыр) түрі 300-500 бэр алғанда болады. Олардың бастары қатты ауырып, құсады, қатты әлсіреп басы айналады, адам өлімі де болады.

Төртінші соңғы, ауыр түрі 500 бэр жоғары алғанда болады. Мұндай мөлшер алғандар 15 минут өткен соң тоқтаусыз қан араластырып құса береді де, есін жоғалтады. Іші өтіп, 10 тәуліктің ішінде қайтыс болады.

Сәулеленудің салдарынан болған іс әрекеттер мутацияларының жиілігі көбейеді. Сәулеленудің мөлшерінен туындайтын мутацияның жиілігі 2 есе өседі де, 100 бэр-ға ұрпағы көбеймейді. Халық үшін генетикалық маңыздылығының мөлшерінің шегі 7-55 мбэр/жыл. Жалпы сыртқы сәулеленудің адамға әсерінің мөлшері, сәулеленудің жеңіл және орта дәрежесінің әсері 150-400 рад көбейеді; 400-600 рад мөлшері сәулелену ауыруының қиын түрі. 60 радтан жоғары мөлшерде сәулелену алса, сәулелену ауыруының найзағайлық түрі көбейеді. 20000 радтан жоғары мөлшерде сәулелену алса, өлімге әкеп соғады. Ағзаға радионуклидтің түсуі радиоактивті заттар инкорпорацияланады.

Инкорпорация қауіптілігі метобализм, және активтілігі ағзаға түскен радионуклидтердің әсерінен анықталады. Радионуклид ағзадан өте әрең (жаман) шығады, кәдімгі жағдайда адам радиацияның орта деңгейге көтерілуімен кездеседі. Иондалған сәулелену алатын жерде істейтін адамдар үшін, бүкіл денесіне белгілі бір мөлшерде адам өміріне ұзақ уақыт әсер етпейтін және

Иондалған сәуле алатын адамдар жылына 5 бэр мөлшерде алатыны белгіленді. Бүкіл әлемдік радиациялық қорғау комиссиясы (МКРЗ) апат кезінде шамамен бір рет 25 бэр иондалған сәуле алатын, кейбір тұрғындар үшін шектелген топтарда 10 есе кем алынатыны бекітілген. Сәулелену кезінде 100-1000 рад мөлшерде зақымдану сәулелену ауыруының ми сүйегін механизмінің дамуы деп аталады. Жалпы сәулелену және жергілікті сәулелену мөлшері 1000-5000 рад мөлшерде зақымдану.

Сәулелену ауыруының ішек механизмінің дамуы превалированием таксемин

1.3 Радиациялық қауіпсіздіктің қалыптасуы

Тұрғындарды иондалған сәулелену қауіпсіздігінің қалыптасуының құжатында радиациядан қорғаудың 3 қағидасы жазылған: сәулеленуден түбегейлі қорғау мөлшерлеу шегін көтермеу, сәулеленудің мөлшерін төменгі деңгейге дейін түсіру. Радиациядан қорғаудың нормалары бойынша 76 сәуле алған адам 3 категорияға бөлінеді (А, Б, В.), ал адам мүшелері мен денесінің сәулеленуге сезгіштігі көбейіп, мүшелері (I, II, III) 3 кризистік топқа бөлінеді.

Негізгі мөлшердің шегі кризистік мүшенің группасы үшін А категориясы бір жыл көлеміндегі мөлшерде бекітіліп, ал Б категориясы үшін аймақтық шек бекітіледі. Мүмкін болатын мөлшердің шегі (МШМ-(ПДД)) бір жылдағы эквивалентті жеке шекпен сипатталады. Ол 50 жыл бойы әсер етіп, адам денсаулығына жаман (нашар) өзгерістер әкеліп, осы заман әдістерімен анықталады.

Б категориялы адам үшін негізделмеген сәулеленудің алдын алудың шектік мөлшері (ШМ-(ПД)) мүмкін болатын шектік мөлшерден (МШМ-(ПДД)) төмен және сыртқы сәулелену мөлшерінің кризистік тобы бақыланады, орташаландырылған сыртқы ортаның радиактивтік қалдықтары мен ластану деңгейі де бақыланады.

1.1-кестеде шектік мөлшер (ШМ-(ПД)) мен (МШМ-(ПДД)) мүмкін болатын шектік мөлшердің мәндері берілген.

1.1-кесте Ішкі және сыртқы сәулеленудің шегінің негізгі мөлшері

Жылдық мөлшер шегі	Кризистік ортаның тобы					
	I		II		III	
	ЗВ	БЭР	ЗВ	БЭР	ЗВ	БЭР
А категориясы үшін мүмкін болатын шектік мөлшер (МШМ-(ПДД))	0.05	5	0.15	1	0.3	30
Б категориясы үшін шектік мөлшер (ШМ-(ПД))	0.005	0.5	0.015	1.15	0.03	3

Рентгендік сәулеленуді қолданатын қондырғылармен жұмыс істеген кезде (геофизикалық зерттеу үшін; бұрғылауда, өндіруде және көлікте; рентгендік структуралық талдау үшін, дефектоскопии, химиялық және лабораториялық сараптау үшін т.б) МЕСТ 12.2.018 – 76–ның құптауымен нормаланған экспозициялық мөлшері: жұмыс орнындарында, тіреуіш қабырғада, жұмысшының жұмыс орнына қарап тұрған физоресцираланған экран мен пультта – $2,37 \cdot 10^{-10}$ Кл/(кг·с) немесе (3,3 мР/сағ); электр шамының жұмыс істеуі кезінде – $14,3 \cdot 10^{-10}$ Кл/(кг·с) немесе 25 мР/сағ; видеотексергішті қондырғының теледидарлық системасының операторға көңіл аударатын жағы – $0,36 \cdot 10^{-10}$ Кл/(кг·с) немесе 0,5 мР/сағ.

1.2-кесте Жұмыс орнындағы іс жүзіндегі активті және радионуклидті радиациялық қауіпсіздік тобына тәуелділігінің жұмыс кластары.

Радиациялық қауіпсіздік группасы тобы	Төменгі активтілік мәні	Изотоптық мүшелері	Жұмыс орнындағы активтілік $3,7 \cdot 10^4$ Бк		
			Жұмыс класы		
			I	II	III
А	0,1	$90_{\text{Cz}}, 210_{\text{Po}}, 22^{\text{A}}_{\text{Pa}}$	10^4 артық	$10-10^4$	0,1-10
Б	1,0	$137_{\text{Cs}}, 22_{\text{Na}}, 45_{\text{Ca}}, 60_{\text{Co}}$	10^5 артық	10^2-10^5	1-100
В	10,0	$32_{\text{P}}, 59_{\text{Fe}}, 7_{\text{Be}}, 15_{\text{O}}$	10^6 артық	10^3-10^6	10-100
Г	100,0	$3_{\text{H}}, 11_{\text{C}}, 51_{\text{Cr}}$	10^7 артық	10^4-10^7	100-1000

Сұйық және қатты радиоактивті қалдықтарды жинауға, уақытша сақтауға және жоюға қойылатын талаптар келесідей. Мекемелердің сұйық қалдықтарды радиоактивті деп есептеледі, егерде олардағы радиоактивті заттар су үшін ДК_Б рұқсатты концентрациядан асып кетсе; қатты ерітінділер қалыптық бірлік салмағының мәні: бета – активті зат үшін 7,4 кБк/кг белгілі бір 100 см² тең аудан бетінің ластану деңгейі 5 альфа – бірлікке (см²мин) немесе 60 бета – бірлікке (см²мин) көтеріледі.

Қондырғы үшін рентгендік сәулелену қосымша факторлар (жоғарғы вольтты электронды иондар, микроскопты, осциллографтар, электронды-сәулелі қондырғылар) экспозициялық мөлшердің (Рх) қуатын реттейді. Мұнымен бірге кез келген кеңістіктің нүктесінде қашықтығы 5см болатын корпустағы қондырғының жұмыс уақытының аптадағы керекті мәні Рх–тың жалғасуының мәні: 41 сағ/аптада $0,206 \cdot 10^{-10}$ Кл/(кг·с) немесе 0,288 мР/сағ; ал 36 сағат/аптада $0,18 \cdot 10^{-10}$ Кл/(кг·с) немесе 0,252 мР/сағ тең болады.

Сыртқы сәулеленуді бақылаған және қорғанысты жобалаған кезде рұқсатты деңгей ретінде, жыл бойғы сәулеленудің уақыт бойынша шекті рұқсатты мөлшердің (ШРМ-(ПДД)) немесе шекті мөлшердің (ШМ-(ПД)) қатынасы сияқты сәулеленудің мөлшерінің рұқсатты қуаты

қолданылады. 36 сағаттық жұмыс аптасы үшін мөлшердің рұқсатты қуаты (МРҚ-(ДМД-допустимая мощность дозы)) $2.8 \cdot 10^{-5}$ Зв/сағ тең. Альфа, бета, нейтрондар және т.б. үшін ағындардың рұқсатты тығыздығының (АРТ-(ДПП-допустимая плотность потоков)) мәндері есептелген, олар кезінде МРҚ қабылданады. МРҚ сәйкес келетін энергиямен бөлінген ағындардың рұқсатты тығыздығының (АРТ) нейтрондарының мәні 1.3-кестеде келтірілген.

1.3-кесте Мөлшердің рұқсатты қуаты (МРҚ) – $2,8 \cdot 10^{-5}$ Зв/сағ. сәйкес келетін ионды энергиялық нейтрондардың ағындарының рұқсатты тығыздығы (АРТ)

Нейтрондардың энергиясы, МэВ	АРТ, Н/см ² ·с	Нейтрондардың энергиясы, МэВ	АРТ, Н/см ² ·с
Жылулық	780	5	18
1	21	10	16
2,5	18	20	12

2 ЗАТТАР МЕН НЕЙТРОНДАРДЫҢ ӨЗАРА ӘРЕКЕТІ. ЯДРОЛАРДЫҢ БӨЛІНУЛЕРІ

2.1 Ядролық жарылыс кезіндегі жергілікті жердің радиоактивті зақымдануы

Жарылыс кезінде көп мөлшерде радиоактивті зат түзу ядролық қаруға тән болып келеді. Жергілікті жердің радиоактивті зақымдануы ядролық қарудың негізгі талқандау факторының бірі, адамдарға әсер етуінің маңыздыларының бірі соқпалы толқын мен жарықтық сәулеленумен ерекшеленеді. Егер соңғылардың зақымдау әсері жарылыстан кейін бірнеше секунд ішінде пайда болса, радиоактивті зақымданған аумақтың адамдарға әсер етуі ұзақ уақыт бойы сақталады – күндеп, апталап, кейде айлап, жылдап.

Радиоактивті заттар және олардың иондаушы сәулелерінің түсі, иісі жоқ, сол үшін де оларды көзбен көру мүмкін емес. Олардың аймақта бар екендігін арнайы дозиметрлік аспаптармен анықтайды. Радиоактивті зақымдану бар аймақтағы адамдар иондаушы сәулеленудің әсер етуінен ауырсыну сезімін сезінбейді және қауіптілікті байқамайды.

Радиоактивті заттардың сәулеленуі 3 түрлі сәуледен тұрады: альфа, бета, гамма.

Альфа-сәулелер оң ағымды зақымдалған бөлшектер. Альфа-бөлшектер гелий химиялық элементінің ядролары болып табылады, өйткені олардың массалық үлесін, ал заряды 2-ге тең. Альфа-бөлшектер басқа сәулеленулермен салыстырғанда салыстырмалы түрде енгіштігі аздау – ауада олар бірнеше сантиметрлік жол өтеді.

Бета-сәулелер – бұл электрондардың ағымы бірге тең, электрлік заряды бар, оның массасы сутек 1840 есе атомның массасынан аз. Сондықтан бета-бөлшектер енгіштігі альфа-бөлшектерге қарағанда көп. Ауада бета-бөлшектер бірнеше метр жол өтеді.

Гамма-сәулелер – олардың электромагниттік табиғаты бар. Олар гамма-фотондар ағымы тәріздес, олар түсті бөлшектер мен рентгендік сәулеге айналады. Бірақ гамма-фотондар бөлшектерге қарағанда көп энергиялы мәнге ие. Гамма-сәулелердің енгіштік қабілеттілігі өте көп. Олар ауада бірнеше жүз метр жол өтеді.

Ядролық жарылыс кезіндегі радиоактивтіліктің негізгі көзі заттар өнімінің ыдырауы, ядролық отынын құрайтын, не жарылыс кезінде, үш фазалы реакцияның үрдісі жүргенде: бөліну-синтез-бөліну-активтіліктің негізгі бөлігін уран-238 бөліну өнімі құрайды.

Уран немесе плутонийдің ыдырау өнімі (ыдырау бөлшектері) өздігінен жаңа химиялық элементтің ядросын құрайды, бірақ олар тұрақсыз және радиоактивті өзгерістерге ұшырайды.

Атом ядросының ыдырау үрдісі және кезекті радиоактивті өзгеруін радиоактивті изотоптың ыдырау кезеңімен жарты секундтан бірнеше жылдарға дейін 200-жуық күрделі сұйықтық түзіледі. Олардың барлығының негізінен бета- немесе бета- және гамма- активтілігі бар. Радиоактивті жарылыс кезінде массасы бойынша радиоактивті заттар аз түзіледі (бірнеше он шақты грамм), бірақ олардың активтілігі өте жоғары және миллион кюримен әр уақытта өзгеріп тұрады. Мысалы, алғашқы тәулікте радиоактивті заттар түскеннен кейін аймақта негізгі иондаушы сәулеленудің негізгі қайнар көзі мына химиялық элементтердің изотоптары болады: селен-83, стронций-91(92), цирконий-97, палладий-109 (111,112), лантан-141 (142,143), теллур-132 (133) және тағы басқалары. Бірнеше жылдан кейін аймақтағы қалдық радиоактивтілік негізінен стронций-90, цезий-137 сияқты химиялық элементтер изотобымен сипатталады.

Радиоактивтіліктің екіншілік көзі ядролық жанармайдың кейбір бөлігі болып табылады, олар ыдырау реакциясына қатыспайды, және жарылыс өніміне өте майда бөлшектер түрінде түседі. Зарядтың бөлінбеген бөлігі ыдыраған «сынықтар» активтілігімен салыстырғанда төмен. Одан басқа заттар, ядролық жанармай ретінде негізінен қолданылатын альфа-бөлшектерді зерттейді, олардың ену қасиеті төмен болғандықтан ашық аймақта сыртқы сәулеленуге ұшырағанда адамдар үшін аса қауіпті емес.

Радиоактивті зақымданудың үшінші көзі бағытталған активтілік. Жердің құрамына кіретін (натрий, кремний, магний және т.б.), кейбір химиялық элементтер ядролық жарылыс кезінде нейтрон ағымдарының әсерінің нәтижесінен пайда болады.

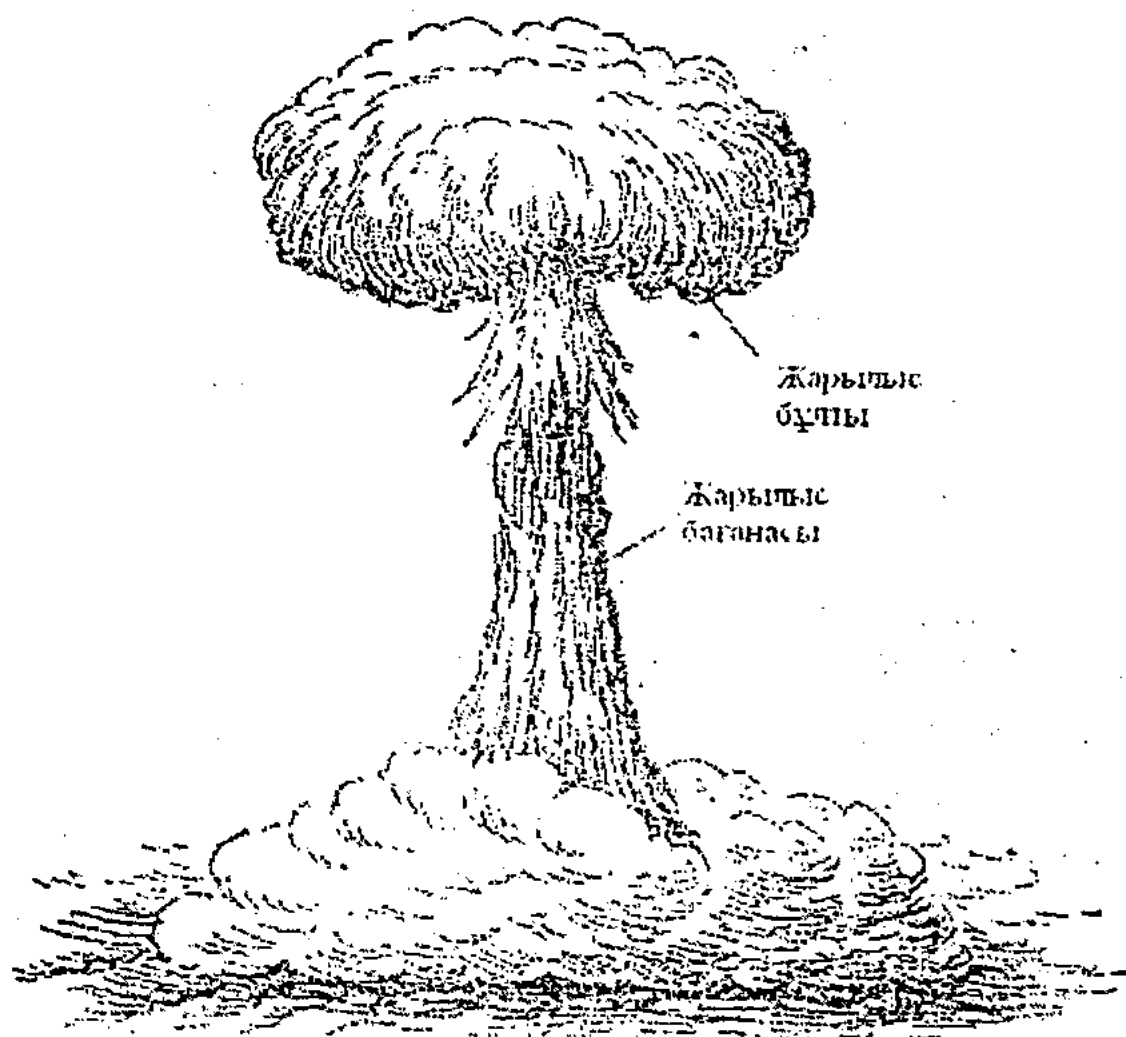
Бағытталған активтіліктің жоғарылығы маңызды түрде жарылыс түріне тәуелді. Ауадағы жарылыс кезде оның үлкендігі аз, өйткені нейтрондардың жартысы ғана жер бетіне жетеді. Бұл жағдайда бағытталған активтілік әсерінен аймақтың радиоактивті зақымдануы тек жарылыс ауданында байқалады және жарықтық сәулелену мен екпін толқынының әсер ету аймағынан шықпайды.

Жер бетіндегі жарылыс кезінде бағытталған активтілік күшейеді. Бағытталған активтілігі бар жер бетінде жарылыс ауасы болады, ыдырау «сынықтарымен» жарылыс ауданынан тысқары аймақтардың радиоактивті зақымдануына алып келеді.

Аймақтың радиоактивті зақымдану масштабы мен дәрежесі ядролық жарылыстың мөлшері, күші және түріне тәуелді, метеорологиялық жағдайға, ең біріншіден радиоактивті бұлттың көтерілген биіктікке шегі желдің орташа жылдамдығы мен бағытына және де аймақтың бедеріне, жердің, топырақтың түріне және өсімдіктерге байланысты.

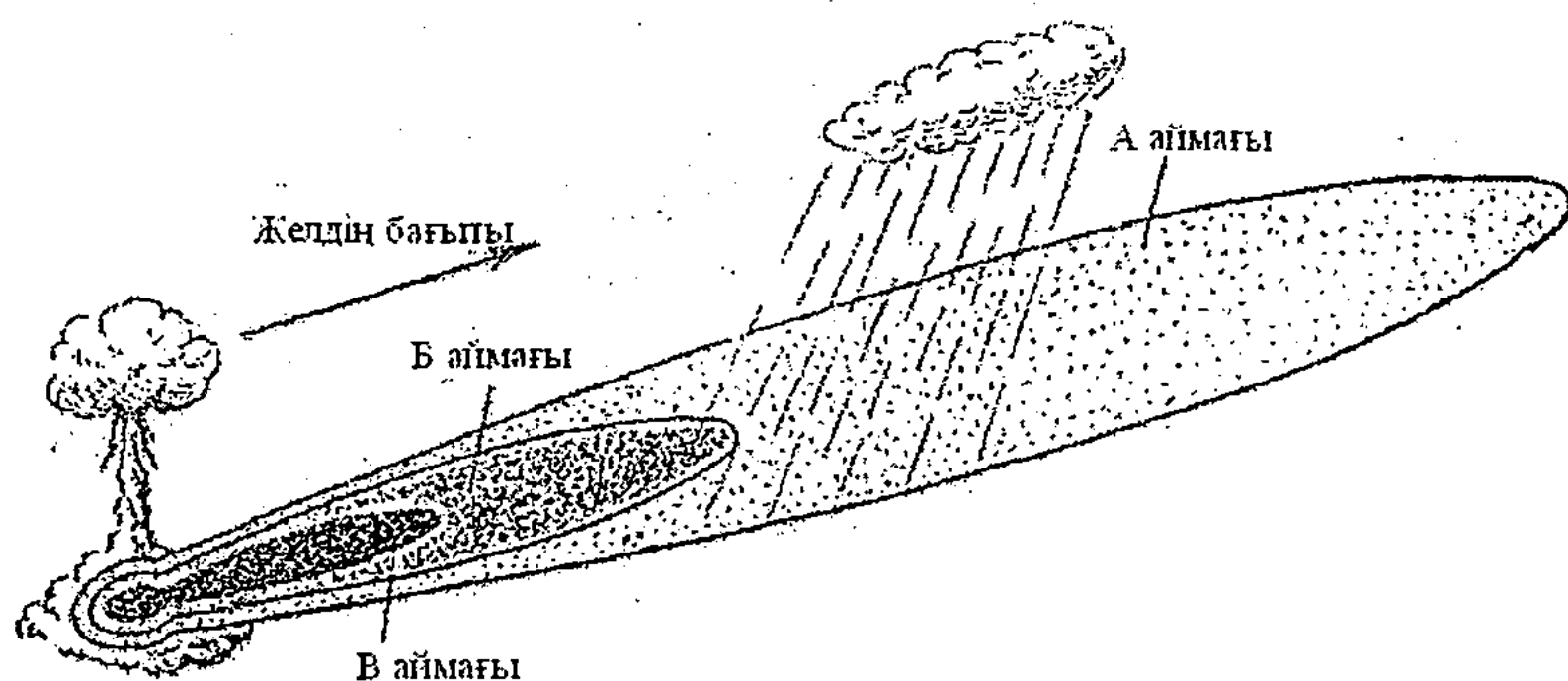
Аймақтың аса қатты зақымдануы жер бетіндегі және терең емес жер астындағы жарылыс кезінде, топырақтың жарылыстан қатты ұшуы кезінде болады. Биік ауадағы жарылыс кезінде аймақ аса қатты зақымданбайды. Ауалы жарылыс кезінде жанған кеңістік (отты шар) жерге дейін жетпейді. Бұл кезде барлық радиоактивті өнімнің массасы өте ұсақ бөлшектер ретінде стратосфераға кетеді де тек аз бөлігі ғана тропосферада қалады. Бөлшектер үлкен және массасы ауыр болмағандықтан, олар бірнеше уақыт бойы атмосферада қалады, ауа ағымымен алыс ара қашықтыққа дейін тарайды және біртіндеп үлкен аумақтарға түсіп, аймақтың қауіпті радиоактивті зақымдануын тудырмайды.

Жер бетіндегі ядролық жарылыс кезінде аймақтың радиоактивті зақымдануы тек жарылыс ауданында ғана түзілмей, басқа оның шегінен тыс жерлерде де түзіледі. Жерлік жарылыс кезінде жанған облыс жер бетіне тиеді, бірнеше жүз тонна топырақ бір мезетте ыдырап кетеді. Қызу нәтижесінде пайда болған ауа ағымы көп мөлшерде шанды артынан көтереді. Осылай, күштілігі 1 млн.т. ядролық жарылыс кезінде 20 мың т. топырақ ыдырайды және отты шарға айналады. Осының нәтижесінде өте күшті бұлт түзіліп, ол өте көп мөлшерлі радиоактивті және активті емес бөлшектерден тұрады, олардың өлшемі бірнеше микроннан бірнеше миллиметрге дейін болады. Шамамен барлық радиоактивті бөлшектің 90% бұлттың өзінде және 10% жуығы шанды бағанада болады деп есептеледі.(1-сурет)



2.1-сурет. Жергілікті ядролық жарылыстың сыртқы суреті

Бұлтты жарылыстың көтерілу биіктігі және оның көлемі ядролық жарылыс пен күшіне, метеорологиялық жағдайға тәуелді. Мысалы, қуаттылығы 3 млн.т ядролық әскери қарудың жарылысы кезінде бұлттың көтерілу биіктігі шамамен 30км. Ол 10 минут ішінде максимальды көтерілу биіктігіне жетіп, радиоактивті бұлт ауа ағымының әсерінен орын ауыстырады. Радиоактивті шаң тұрып, атмосфераның жерге дейінгі бөліктерін, аймақтың кең аудандарын және ондағы орналасқан барлық заттарды зақымдайды. Бұлттың жүрген жолында радиоактивті бөлшектердің тұнуы нәтижесінде аймақта бұлттың радиоактивті ізі түзіледі. (2-сурет)



2.2-сурет. Аймақтағы ядролық жарылыстың бұлтты радиоактивті ізі

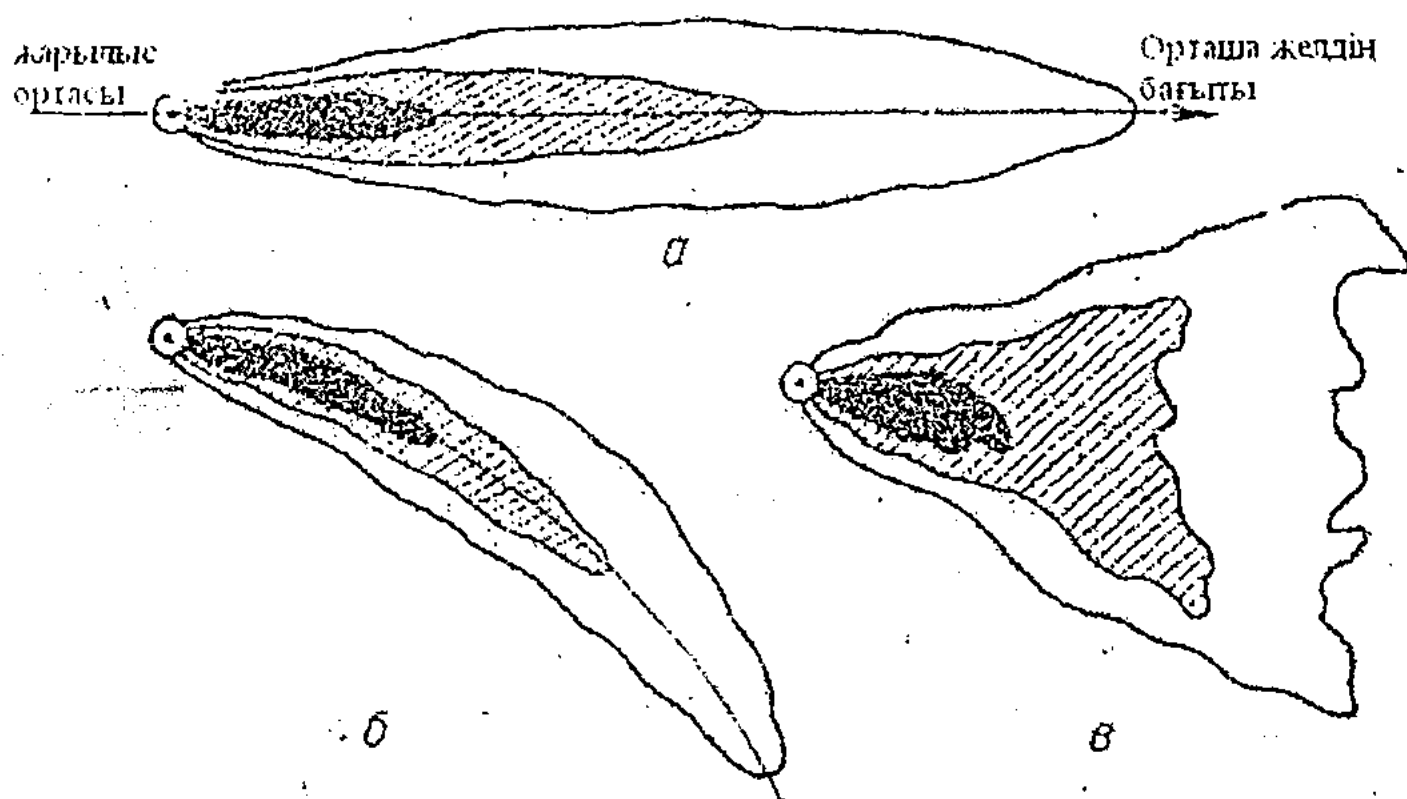
Радиоактивті іздің қалыптасу үрдісі уақыт бойынша жүреді. Радиоактивті тұнбаның көп бөлігі, аймақтың аса қатты зақымдануын туғызатын, ядролық жарылыстан кейін 10–20 сағат бойы бұлттан түседі. Осы уақытқа дейінде бұлттың радиоактивті ізінің қалыптасуы да бітеді. Бірақ та аймақтың осы немесе басқа ауданында радиоактивті бұл өтетін, радиоактивті тұнбаның түсуі бірнеше минуттан бастап 2 сағатқа және одан да көпке созылады.

Жарылыс ауданында және жақын аймақтарда бұлттың ізінде аймақтың радиоактивтік зақымданушы негізінен шанды бағанадан ірі радиоактивті бөлшектердің түсуінен болады. Сол себепті жарылыс орнынан үлкен қашықтықта іздің қалыптасуы бірнеше уақыт қана жалғасады.

Жарылыс орталығынан (эпицентрінен) бұлттың өшуіне қарай аймақта радиоактивті бөлшектердің түсу уақыты ұзарады. Радиоактивті тұнбалардың түсуінің ұзақтығы барлық жағдайда іздің сол немесе басқа жүктемесінде болсын ядролық жарылыстың күші мен желдің орташа жылдамдығына байланысты. Желдің орташа жылдамдығы көп болса, радиоактивті заттардың түсуінің ұзақтығы соғұрлым аз. Радиоактивті

жарылыстың қуаты өскен сайын радиоактивті бұлттың көлемі де ұлғайады, сондықтанда бұлт ізінің сол немесе басқа нүктеде радиоактивті заттардың түсу жылдамдығы ұзарады.

Осындай әдіспен радиоактивті бұлт ізінің қалыптасуы аймақ ауданында бірнеше минуттан соң басталып, ядролық жарылыс орталығына өздігінен ынталанады және жарылыс ауданынан алыс жерде бірнеше сағаттан кейін тоқтайды.



2.3-сурет. Аймақтағы ядролық жарылыстан радиоактивті бұлт ізінің қалыптасуы

Радиоактивті бұлт ізінің сұлбасы көбінесе желдің орташа жылдамдығы мен бағытына тәуелді. Тегіс аймақта желдің жылдамдығы мен бағыты өзгермеген кезде радиоактивті із эллипс пішінді, жарылыс орталығынан желдің бағытына қарай созылған болады (3-сурет).

Күрделі метеорологиялық жағдайда, атмосфера деңгейінде жел жылдамдығы мен бағыты уақыт бойы өзгеріп тұрса, іздің сұлбасы күрделі пішінді болып өзгереді. (3б және 3в сурет). Бірақ орташа радиоактивті бұлт ізінің пішініне ғана әсер етіп қоймайды. Желдің орташа жылдамдығына радиоактивті зақымданудың үлкендігі де тікелей тәуелді. Желдің орташа жылдамдығы неғұрлым көп болса барлық ядролық жарылыста радиоактивті зақымданудың өлшемі соғұрлым үлкен.

2.2 Радиоактивтілік

Радиоактивтілік-кейбір химиялық элементердің (уран, торий, радий, калифорний және т.б.) атом ядроларының өздігінен өзгеруі

(ыдырауы), атом нөмірі мен массалық үлесінің өзгеруіне алып келеді. Мұндай элементтер радиоактивті деп аталады.

Радиоактивті заттар қатаң белгілі бір жылдамдықпен ыдырайды, жартылай ыдырау периодымен өлшенетін, уақытпен барлық атомдардың жартысы ыдырайтын. Радиоактивті ыдырау тоқтауы немесе не бір әдіспен қысқаруы мүмкін емес.

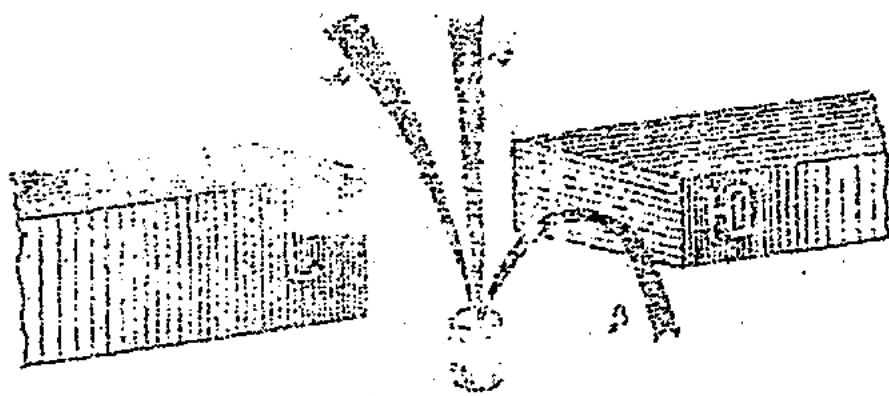
Егер радийді бір кіші саңылаулы, қорғасынды қорапқа орналастырып, приборлар арқылы анықтауға болады. Ол арқылы шок сәулелері шығатынын, магнит өрісінде бөлінетінін білуге болады (1-ші сурет).

Сәулелер сол жаққа қарай бөлінсе, α – сәулелену деп атайды. Оңға β – сәулелену, сәуле магнит өрісінде бөлінбесе, γ – сәулелену (оның электрлік заряды жоқ) деп аталады.

Альфа-сәулелену – оң зарядталған бөлшектер (гелий атомдық ядролы) ағымы, 20000 км/с жылдамдықпен қозғалатын.

Бета-сәулелену – теріс зарядталған бөлшектер (электрондар) ағымы. Олардың жылдамдығы әлем жылдамдығына тең.

Гамма-сәулелену – қысқа толқынды электромагниттік сәулеленуді көрсетеді. Қасиеті бойынша рентгенге ұқсас, бірақ энергиясы мен жылдамдығының мәні үлкен. Ол әлем жылдамдығындай таралады.



2.4-сурет Магнит өрісіндегі иондаушы сәулелену.

Иондаушы сәулеленудің жалпы қасиеттері бар, екеуінің біреуі – әр түрлі қалыңдықтардағы материалдардан өту қасиетіне және ағзаның тірі жасушалары мен ауаны иондауына – аса қатты көңіл бөлуге тұрады.