Жээнкулова Г.К., Барпыбаев Т.Р.

ИОНДОШТУРУУЧУ НУРЛАНУУЛАРДЫН ТААСИРИ

Жээнкулова Г.К., Барпыбаев Т.Р.

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

G.K. Zheenkulova, T.R. Barpybaev

THE INFLUENCE OF IONIZING RADIATION

УДК:377/56

Макалада иондоштуруучу нурлануулар, нурлануулардын түрлөрү, нурлануулардын таасири жана алардын өлчөмдөрү, радиациялык коопсуздук боюнча маалыматтар камтылган.

В данной статье приведены информационные материалы о ионизационном излучении, видов излучений, действиях излучений и их измерения, а также о радиационной безопасности.

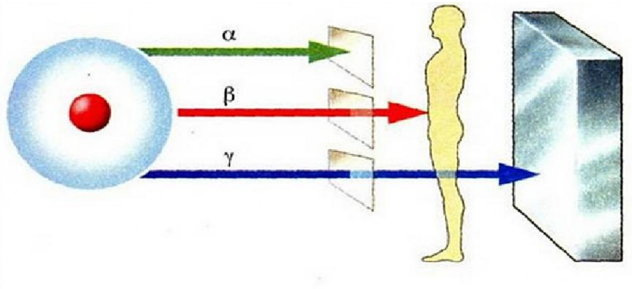
In given article are brought information material about ionizing radiation, type of the radiations, actions of the radiations and their measurements, as well as about radiations to safety.

Ар түрдүү физикалык жаратылышы боюнча нурлануунун түрлөрүн "иондоштуруучу нурлануу" деп аташат. Алардын ортосундагы жалпы окшоштуктарына, алардын дээрлик бардыгынын жогорку энергияга ээ болушу жана биологиялык таасирлери иондошуу эффектилери аркылуу ишке ашырылышында. Ага удаалаш жүргөн клеткалардын биологиялык түзүлүштөрүндөгү химиялык реакциялардын өнүгүшү анын өлүмүнө алып келет. Мында белгилей кетчү нерсе, иондоштуруучу нурлануу адамдын сезүү органдары тарабынан кабыл алынбайт: биз аны көрбөйбүз, укпайбыз жана биздин денебизге тийгизген таасирин сезбейбиз.

Иондоштуруучу нурлануу кеңири мааниде - затты иондоштурууга жөндөмдүү микробөлүкчөлөрдүн агымын түшүндүрөт. Ал эми тар мааниде иондоштуруучу нурланууга ультракызгылт-көк нурдануу менен жарыктын көрүү диапазонунун нурдануусу кирбейт, ал кээ бир учурларда гана иондоштуруучу болушу мүмкүн. Инфракызыл нурдануу да иондоштуруучу болуп эсептелбейт, себеби анын энергиясы негизги абалда молекула менен атомдорду иондоштуруу үчүн жетишсиз келет [1-3].

Иондоштуруучу нурлануунун эки түрү белгилүү:

1. Корпускулярдык же ар түрдүү тектеги ядролук бөлүкчөлөрдүн нурлануусу (альфа жана бета – нурлануулар жана нейтрондук нурлануу);
2. Электромагниттик (гамма-нурлануу жана рентгендик)-толкун узундугу өтө кичине болот [4-7].



1-сүрөт. Нурлануунун жалпы түрлөрү

Альфа нурлануу (α-нурлануу) - бул оор оң заряддалган бөлүкчөлөрдүн агымы (1-сүр.). Алар β-бөлүкчөлөрдөн 7300 эсе оор. Физикалык жаратылышы боюнча альфа-бөлүкчөлөр гелийдин атомунун ядролорун турат: алар 2 протондон жана 2 нейтрондон турушат, демек заряды 2^+. Алар ядролордун радиоактивдүү ажырашынан же ядролук реакцияларда пайда болушат. Азыркы учурда 120 ашык табигый жана жасалма альфа радиоактивдүү ядролор белгилүү, алар альфа-бөлүкчөнү ажыратуу менен 2 протонун жана 2 нейтронун жоготушат. Нурланган α-бөлүкчөлөр түз сызык аркылуу жакындаштырылган 20 000 км/с ылдамдыгы менен кыймылдашат. α-бөлүкчөнүн абадагы чуркоосунун узундугу 10см төмөн. Өзүнүн чоң массасынын эсебинен α-бөлүкчөлөр заттар менен аракеттенишкенде, өзүнүн энергиясын жоготушат. Бул алардын начар өтүп кирүү жөндөмдүүлүгү жана жогорку салыштырмалуу иондошуусу менен түшүндүрүлөт: аба чөйрөсүндө өзүнүн жолунун 1см аралыгында α-бөлүкчөлөр бир нече миң жуп заряддалган бөлүкчөлөрдү – *иондорду* пайда кылышат.

Бета нурлануу (β-нурлануу) - бул радиоактивдүү ажыроо учурунда пайда болгон электрондордун жана позитрондордун агымы. Бета-бөлүкчөлөр элементардык терс зарядка ээ болушат. Бета-бөлүкчөлөр калыңдыгы 1-2см болгон суунун катмарынан өтө алышат. β-нурлануудан коргонуу үчүн калыңдыгы бир нече милиметр болгон алюминийдин баракчасы жетиштүү. Бета-бөлүкчөлөрдүн массасы альфа-бөлүкчөлөрдүн массасынан салыштырмалуу бир нече ондогон миң эсе кичине. Бета

нурлануунун булагынын жаратылышынан көз-карандылыкта бул бөлүкчөлөрдун ылдамдыгы 0,3-0,99 жарык ылдамдыгынын чегинде жатат. β-бөлүкчөлөрдүн өтүп кирүү жөндөмдүүлүгү альфа-бөлүкчөлөргө салыштырмалуу жогору (массасынын жана зарядынын кичине болгондугуна байланыштуу).

Нейтрондук нурлануу – электр зарядына ээ болбогон ядролук бөлүкчөлөрдүн агымы, бирок радиациялык кыйроо шарттарын баалоо учурунда белгилүү ролду ойнойт. Нейтрондун массасы альфа-бөлүкчөлөрдүн массасынан 4 эсеге аз. Энергиядан көз-карандылыкта жай нейтрондор (энергиясы 1 КэВ (кило-электрон-вальт) чейин, аралык энергияга ээ нейтрондор (1ден 500 КэВ чейин) жана тез нейтрондор (500дөн 20 МэВ) болуп бөлүнүшөт. Нейтрондордун ядролор менен чыңалып, өз ара аракеттенишкенде заттардын кадимки эле иондошуусу байкалат. Нейтрондордун өтүп кирүү жөндөмдүүлүгү алардын энергиясынан көз-каранды, бирок ал альфа-же вета-бөлүкчөлөрдүкүнө караганда бир топ жогору. Нейтрондук нурлануу өтө жогорку өтүп кирүү жөндөмдүүлүгүнө ээ, андыктан адам үчүн корпускулярдык нурланууларды түрлөрүнүн ичинен коркунучтуусу болуп эсептелет. Нейтрондук агымдын кубаттуулугу нейтрондордун агымынын тыгыздыгы менен өлчөнөт.

Гамма нурлануу (γ-нурлануу)-кичине толкун узундугуна жана жогорку энергияга ээ болгон электромагниттик нурлануу аталат. Ал ядролук айланууларды же бөлүкчөлөрдүн өз ара аракеттенүүсүнөн нурланат. Жогорку энергия (0,01-3 МэВ) жана кичине толкун узундугу гамма нурлануунун чоң өтүп кирүү жөндөмдүүлүгүн шарттайт. Гамма нурлар электрдик жана магниттик талааларда жолдон четтешпейт. Бул нурланууда альфа- жана бета-нурланууга караганда иондоштуруу жөндөмдүүлүгү аз. Гамма-нурлануу адамдын денесинен өтө алат, ошондуктан γ-нурланыудан коргонуу катарында коргошун, бетон же жогорку салыштырмалуу салмакка ээ башка материалдар эффективдүү колдонулат.

Рентгендик нурлануу менен γ-нурлануу электромагниттик нурланууларды кеңири спектирине кирет жана ультракызгылт-көк нурлардан, көрүнгөн жарыктан, радиотолкундардан кийин жайгашышат. Бул нурланууларды түрлөрүнүн бардыгы толкун узундугу менен айырмаланышат. Толкундун узундугу канчалык кичине болгон сайын, нурлануунун энергиясы ошончолук жогору жана анын өтүп кирүү жөндөмдүүлүгү да чоң болот. Анын энергиясы көбүнчө 1 МэВ ашпайт. Рентгендик жана γ-нурлар энергиянын коюулган тобу катарында нурланышат деп эсептеп келишкен, андыктан аларды *кванттар* деп аташкан. Мисалы, кобальт-60 энергиясынын γ-кванты 1 330 000 эВ барабар.

Күн рентгендик нурлануунун булагы болуп эсептелет, ал спутниктерде жана космостук станцияларда ж.б. космостук аппараттарда орнотулган атайын жабдыктар менен катталып турат. Бул нурлануу жердин атмосферасы аркылуу сиңирилип турат, андай болбогон учурда ал бардык жандууларга кыйратуучу таасирин бермек. Рентгендик нурлануу атайын рентгендик түтүкчөлөрдө, электрондук ылдамдаткычтарда жана чөйрөдөн алынышы мүмкүн.

Иондоштуруучу нурлануунун заттарга карата таасирин мүнөздөө үчүн нурлануунун өлчөмү түшүнүгү киргизилген [8]. *Нурлануунун өлчөмү* деп, нурлануунун эсебинен затка берилген жана ал тарабынан сиңирилген энергиянын бөлүгү аталат. Зат менен иондоштуруучу нурлануунун өз ара аракеттенүүлөрүнүн сандык мүнөздөмөсү катары *нурлануунун сиңирилген өлчөмү* эсептелет. Эл аралык СИ системасында сиңирилген өлчөмдүн бирдиги катары - *Грей (Гр) (Дж/кг)* эсептелет. Системадан сырткаркы бирдиги болуп-*рад* колдонулуп келет:

1рад = 0,01Дж/кг; 1Гр = 100 рад

Рад өлчөөнүн ири бирдиги болгондуктан, нурлануунун өлчөмүн көбүнчө раддын үлүшү менен мүнөздөлөт-*жүздүк* (сантирад), *миңдик* (миллирад) жана *миллиондук* (микрорад). Мисалы, Жердин радиациялык фону миллиард рад менен өлчөнөт, ал эми оорулуунун ашказанынын бир жолу рентгендик өтүүдөн алган өлчөмү бир нече радды түзөт.

Жергиликтүү радиациялык абалды, жумушчу же турак-жайдын бөлмөлөрүндөгү рентгендик же γ-нурлануунун таасиринен пайда болгон радиациялык абалды баалоо үчүн *нурлануунун экспозициондук өлчөмүн* колдонушат. СИ системасында экспозициондук өлчөмдүн бирдиги болуп - кулондун килограммга болгон катышы (Кл/кг) эсептелет. Бирок практикада көбүнчө системадан сырткаркы бирдикти-*рентгенди* (Р) колдонушат. Бул бирдиктердин катышы төмөндөгүчө:

1 Р=0,285 Кл/кг

Жандуу организмдер нурланууга кабылганда түрдүү биологиялык эффектилер пайда болот, бирдей эле сиңирилген өлчөмдөрдүн ортосундагы айырмачылык нурлануунун ар түрдүүлүгү менен түшүндүрүлөт. Түрдүү иондоштуруучу нурлантуунун таасиринин биологиялык эффектилерин, рентгендик жана γ-нурлануударынын эффектилери менен салыштыруу кабыл алынган, б.а. *эквиваленттик өлчөм* жөнүндө түшүнүк киргизилген. СИ системасында эквиваленттик өлчөмдүн бирдиги катары – *зиверт* (Зв) жана *бэр* (рентгендин биологиялык эквивалент эсептелет, 1 Зв =100 бэр).

Жогоруда белгилегендей, иондоштуруучу нурлантуунун ар түрдүү түрлөрүн жараткан элемент-

тер - *радиоактивдүү элементтер* деп аталат. Иондоштуруучу нурлантуу ядролук айлануулардын жана атомдордун радиоактивдүү ажырашынын жыйынтыгында пайда болот, радиоактивдүүлүк *беккерель* (Бк) менен өлчөнөт -1 ажыроо/сек жана кюри (Кu)-37 млрд. Бк барабар.

Иондоштуруучу нурлантуу организмге *сырткы* (өзгөчө рентгендик жана гамма -нурлануу) жана *ички* (өзгөчө альфа-бөлүкчөлөр) нурланууну катарында таасир этиши мүмкүн. *Ички нурланууга* кабылуу адамдын организминин ичине кирип өпкө, тери жана тамак сиңирүү органдарына таасир этет. Ички нурланууга кабылуу сырткы нурланууга кабылууга караганда бир топ коркунучтуу келет. Себеби, организмдин ичине кирген иондоштуруучу нурлантуу эч жактан корголбогон ички органдарды тынымсыз нурланууга мажбурлайт [8].

Адамдын организминин курамдык бөлүгү болуп эсептелген суу, иондоштуруучу нурлантуунун таасири астында ажырайт, натыйжада түрдүү заряддагы иондор пайда болот. Алынган эркин радикалдар менен кычкылдандыргычтар, ткандардагы органикалык заттардын молекулалары менен аракеттенишип, аны кычкылдандыруу аркылуу бузат. Натыйжада заттардын алмашуусу бузулат. Кандын курамынын өзгөрүшү жүрөт, б.а. эритроциттердин, лейкоциттердин, тромбоциттердин жана нейтрофилдердин деңгээли төмөндөйт. Кан жаратуучу органдардын жабыркашы, адамдын иммундук системасын бузат дагы инфекциялык татаалдашууларга алып келет.

Адам тарабынан жаратылган башка дагы нурлантуунун булактары (табл.1)

Таблица. 1. Адам жана нурлантуунун жасалма булактары (орточо жылдык өлчөмдү баалоо)

№	Булактары	Жылдык өлчөм		Жаратылыш фонунан алынган өлчөм, % (200 мбэр чейин)
		мбэр	мэв	
1	Медициналык жабдыктар (флюорография 370 мбэр, тиштин рентгенографиясы 3 бэр, өпкөнүн рентгеноскопиясы 2-8 бэр)	100-150	1,0-1,5	50-75
2	Самолетто учуу (аралыгы 2000 км, бийиктиги 12 км) жылына 5 жолу	2,5-5,0	0,02-0,5	1,0-2,5
3	Телевизор (күнүнө 4 саат кароодон)	1,0	0,01	0,5
4	АЭС	0,1	0,001	0,05
5	ТЭЦ (көмүр менен) 20 км аралыкта	0,6-6,0	0,006-0,06	0,3-3,0
6	Ядролук куралды сыноодон кийинки жаандар	2,5	0,02	1,0
7	Башка булактар	40	-	-
8	Жалпы:	150-200 мбэр/жыл		

Организмдин жабыркоо деңгээли нурлануучу беттин өлчөмүнөн көз-каранды. Адам канчалык жаш болсо, нурланууга карата анын сезгичтүүлүгү ошончолук жогору. 25 жаш жана андан жогорку курактагы адам нурланууга карата бир топ туруктуулугун көрсөтөт. Жабыркоонун коркунучтуулук деңгээли ошондой эле организмден радиоактивдүү затты чыгаруунун ылдамдыгынан да көз-каранды. Организмде узак убакытка кармалбастан тез айланган заттарга (суу, натрий, хлор), организм тарабынан сиңирилбеген заттар, ошондой эле ткандардын курамына кирген бирикмелерди пайда кылбаган заттарга (аргон, ксенон, криптон ж.б.) кирет. Кээ бир радиоактивдүү заттар дээрлик организмден чыгарылбайт жана анда топтолот. Алардын ичинен (миобий, рутений ж.б.) организмде тегиз таралат, башкалары белгилүү органдарда топтолуу менен (лантан, актиний, торий-боордо, странций, уран, радий-сөөк ткандарында) аларды тездик менен жабыркатышат [9].

Жогорудагы таблицада көрсөтүлгөндөй (таблица 1.) адам 70 жыл өмүрүндө 14-15 бэр нурланууну түрдүү булактардан сиңирет. Адам бир жолку нурлантууга 10 рад өлчөмгө чейин кабылса, организминде жана ткандарында эч кандай өзгөрүүлөр байкалбайт. Мисалы, атомдук бомбалоого дуушар болгон Хиросима менен Нагасакинин калкынын аз радиациялык өлчөмдү кабыл алгандардын ичинен зыяндуу шишиктер менен ооругандардын саны жогорулаган эмес.

Иондоштуруучу нурлантуунун таасири астында адамда *нур ооруусу* пайда болот. Нур ооруусунун курчушу 100 раддан ашык өлчөмдү кабыл алганда башталат. Оор деңгээлдеги нур ооруусу 400 рад же андан ашык бир жолку нурланууга кабылгандан кийин өнүгүшү мүмкүн. Адам нур ооруусунун натыйжасында 5,5-7,0 Зв эквиваленттик өлчөмдү кабыл алганда өлүмгө дуушар болот. Курч нур ооруусу төмөнкү төрт клиникалык-морфологиялык формалары түрүндө өтүшү мүмкүн [А.А.Гуськова боюнча]:

- арка мээ формасы – радиациянын өлчөмү 1-10 Гр таасир эткенде өнүгөт.
- ичеги формасы – радиациянын өлчөмүнүн таасири 10-20 Гр болгондо өнүгөт. Ичегидеги өзгөрүүлөр адамды өлүмгө бир нече күн аралыгында (көбүнчө 10-14 күн) кан жаратуучу органдарда терең бузулуулар өнүккөндө алып келет.
- токсемикалык (кан тамыр) формасы – радиациянын өлчөмүнүн таасири 20–80 Гр болгондо өнүгөт.
- церебральдык формасы радиациялык өлчөмүнүн таасири 80 Гр ашык болгондо өнүгөт.

Нур ооруусунун ичеги, токсемикалык жана церебральдык формаларын жалпы курч нур ооруусу түшүнүгүнө бириктиришет. Токсемикалык жана

церебральдык формаларынын учурунда өлүм бир нече сааттан же күндөн кийини келет.

Учурда радиациялык коопсуздуктун формалары жана санитардык эрежелери (2.6.1.2523-09 “радиациялык коопсуздуктун нормалары (НРБ -99/2009)”) иштелип чыккан. Мында радиациялык өлчөмдөрдүн чектери аныкталган. Ошондой эле радиациялык коркунучтун белгилери (символдору) жаңыртылган (2-сүр.). Радиациялык коркунучтун Эл аралык белгиси катарында (“үчтүк жалбыракча”, “вентилятор”) ортосунда кичине тегереги бар, салыштырмалуу бири-бирине 120^0 менен коюлган, туурасы 60^0 турган үч сектордуу форма белгиленген. Сары фондо кара түс менен тартылган.

2-сүрөт. Радиациянын белгиси “үчтүк жалбыракча” (вентилятор)

3-сүрөт. Радиациялык коркунучтун жаңы белгиси.

2007-жылы радиациялык коркунучтун жаңы белгиси кабыл алынган (3-сүр.). Анда “үчтүк жалбыракча”, “өлтүрөт” (кайчылаштырылган сөөк менен баш) жана “кач” (багыттуу жаача боюнча чуркап бара жаткан адам) белгилери менен толукталган. Жаңы белги салттуу “радиация” белгиси менен тааныштыгы жок адамдарга түшүнүктүү болуш үчүн кабыл алынган. Кызыл фондо кара түс менен тартылган.

Жыйынтыктоо.

Иондоштуруучу нурлануулар техникада, химияда, медицинада, айыл-чарбасында ж.б. тармактарда кеңири колдонулуп келет. Бирок иондоштуруучу нурлантуулардын булактары аларды колдонгон адамдардын ден-соолугуна тескери таасирин тийгизет.

Нурлануунун өлчөмү деп, нурлануу түрүндө затка берилген жана ал тарабынан сиңирилген энергиянын бөлүгү аталат. Радиациялык коопсуздуктун негизги принциптери катары негизги өлчөмдүк чектен ашпоого, бардык негизсиз нурлантууларды болтурбоого жана төмөнкү деңгээлге чейин нурлантуунун өлчөмүн төмөндөтүү эсептелет. Нурлантуунун өлчөмүн аныктоо үчүн радиациялык көзөмөлдү системалык түрдө жүргүзүп туруу керек.

Иондоштуруучу нурлануунун булактары жана алардагы жумуштарды жүргүзүүдөгү коркунучтуу аймактар – эскертүүчү жазуулар менен белгилениши керек.

Адабияттар:

1. Ионизирующие излучение и их измерения. Термины и понятия. -М.: Стандартинформ, 2006;
2. Моисеев А.А., Иванов В.И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене [Текст] / А.А.Моисеев, В.И.Иванов. 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Атомиздат, 1974;
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ - 99/2009) Минздрав России, 2009;
4. Зигман К. Альфа-, бета- и гамма-спектроскопия. [Текст] / К.Зигман.Пер.с англ. -М.: Атомиздат, 1969;
5. Абрамов А.И., Казанский Ю.А., Матусевич Б.С. Основы экспериментальных методов ядерной физики. [Текст]/А.И.Абрамов, Ю.А.Казанский, Б.С.Матусевич. 3-е изд., перераб. и доп. -М.: Энергоатомиздат, 1985;
6. Крицман В.А., Станцо В.В. Радиационная химия. [Текст] / В.А.Крицман, В.В.Станцо.// Энциклопедический словарь юного химика. 2-е изд.-М.: Педагогика, 1990, -200с.
7. Григорьев Ю.Г. Памятка населению по радиационной безопасности. [Текст] / Ю.Г.Григорьев. -М.: Энергоатомиздат, 1900,-16с.
8. Круглов В.А. Защита населения и зояйственных объектов в черезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность. [Текст] / В.А.Круглов. -Мн.: Амалфея, 2003,-268с.
9. Кратков Ф.Г. Лучевая болезнь. [Текст] / Ф.Г.Кратков. -М.: Энергоатомиздат, 1960;

Рецензент: к.пед.н. Токтомамбетова Ж.С.