

ՈԱՐԻՈԱԿՏԻԿ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄԸ ԵՎ ՆՅՈՒԹԸ*

Ա. Հ. ՄԵԼԻՔՅԱՆ, ՀՀ ԳԱՍ թղթակից անդամ, ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր, ՀՀ ԳԱՍ ֆիզիկայի կիրառական պրոբլեմների ինստիտուտի առաջատար գիտաշխատող, «ՀԲ» ՌԳՀ ԳԽԽ անդամ



ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Մարդկային կենցաղում և հատկապես ռազմական բնագավառում ամենալայն տարածումն է ստացել էլեկտրամագնիսական ճառագայթման կիրառությունը: Այդ ճառագայթումները լինում են ալիքի տարբեր երկարությունների (հաճախականությունների), տարբեր էներգիաների, ինչով պայմանավորված են դրանց առանձնահատկությունները: Նյութի (առաջին հերթին՝ օրգանական) վրա ազդեցության տեսակետից պետք է տարբերակել «իոնացնող և ոչ իոնացնող ճառագայթում» հասկացությունները: Իոնացնող

ճառագայթումն ունի բավականաչափ էներգիա ատոմից էլեկտրոններ պոկելու (անջատելու) համար՝ այդպիսով ատոմը փոխադրելով լիցքավորված վիճակ, մինչդեռ ոչ իոնացնող ճառագայթումը (ներառյալ՝ ռադիոալիքները, բնական տեսանելի լույսը կամ ինֆրակարմիր ճառագայթումը) չունի այս անհրաժեշտ էներգիան:

Իոնացնող ճառագայթման կենսաբանական ազդեցությունը պայմանավորված է այն հանգամանքով, որ անցնելով մարդու հյուսվածքներով՝ այն տեղափոխում է էներգիա և իոնացնում է մարդու օրգանիզմում կենսապահովման կարևոր դեր խաղացող մոլեկուլների ատոմները՝ դրանով իսկ խաթարելով դրանց բնականոն գործունեությունը¹:

Տվյալ հարցը առանձնակի կարևորություն է ստանում, քանի որ վերջին տասնամյակում սկսել են կիրառվել աղքատացված ուրանով զինամթերքներ, որոնք արգելված չեն միջազգային իրավունքի նորմերով²: Սույն հոդվածում մենք կպատմենք կենդանի օրգանիզմների վրա ինչպես բնական, այնպես էլ արհեստական աղբյուրների ճառագայթման ազդեցության մասին: Ի դեպ, ճառագայթման հայեցակարգը, բոլոր հրապարակումները վերաբերում են միայն իոնացնող ճառագայթմանը: Այս երևույթի պատճառների մասին մենք կխոսենք քիչ ուշ:

* Հոդվածն ստացվել է 30.06.2023: Հոդվածի գրախոսությունը ստացվել է 31.07.2023:

¹ Այդ մասին ավելի հանգամանորեն տես, օրինակ, «Биологическое действие радиации на организм». «Академия медицинского образования» (<https://medobr.com/news/biologicheskoe-deystvie-radiatsii-na-organizm/>):

² Տես, օրինակ, *Dan Fahey*. Science or Science Fiction? Facts, Myths and Propaganda in the Debate Over Depleted Uranium Weapons, 12 March 2003 (<http://www.wise-uranium.org/pdf/dumyths.pdf>):

Նշենք, որ սույն հոդվածի համար հենք է ծառայել «Ճառագայթում. էֆեկտներն ու աղբյուրները» փաստաթուղթը, որում պատշաճ գիտականությամբ և լիարժեք հավաստիությամբ ներկայացված են ռադիոակտիվության ազդեցության մեխանիզմները, բնական և արհեստական աղբյուրները և այլ կարևոր տեղեկություններ³:

Մարդկանց մեծ մասը տեղյակ է ատոմակայաններում և բժշկական հիմնարկներում, էլեկտրաէներգիայի արտադրության համար ճառագայթման* օգտագործման մասին, սակայն արդյունաբերության, գյուղատնտեսության, ռազմական անվտանգության ապահովման, շինարարության, գիտության և մի շարք այլ ոլորտներում միջուկային տեխնոլոգիաների օգտագործումը գործնականում⁴ անհայտ է:

Մինչև ճառագայթման ազդեցության մակարդակների և դրանով պայմանավորված ռիսկերի մասին խոսելը, նախ, պետք է դիմել ճառագայթման մասին գիտության հիմունքներին: Ռադիոակտիվությունը և դրա ստեղծած ճառագայթումը Երկրի վրա գոյություն են ունեցել կյանքի ծագումից շատ ավելի վաղ: Փաստորեն, դրանք առկա էին տիեզերքի ծնունդից ի վեր, և ռադիոակտիվ նյութը եղել է Երկրի զանգվածի մի մասը վերջինիս ձևավորման պահից: Բայց մարդկությունը այս հիմնարար համընդհանուր երևույթը հայտնաբերել է միայն վերջերս՝ 19-րդ դարում, և մենք դեռ ուսումնասիրում ենք դրա նոր կիրառությունների հնարավորությունը:

Անցած դարի կեսերին միջուկային զենքի փորձարկումները առաջացրել են հասարակության անհանգստությունը՝ կապված օդի, ջրի և սննդի որակի վրա ատոմային ճառագայթման ազդեցության հետ:

Ի պատասխան այս մտահոգության՝ ՄԱԿ-ի Գլխավոր ասամբլեան ճառագայթման ազդեցության և դրա մակարդակների մասին տեղեկույթի հավաքման ու գնահատման նպատակով ստեղծել է Միավորված ազգերի կազմակերպության Ատոմային ճառագայթման ազդեցության գծով գիտական կոմիտե (ԱՃԱԳԿ, *UNSCEAR*):

Կոմիտեի առաջին զեկույցը գիտական հիմք է ստեղծել միջուկային փորձարկումների մասնակի արգելման հարցով բանակցությունների համար: 1963 թվականին կնքվել է մի համաձայնագիր, որով արգելվել են միջուկային զենքի մթնոլորտային փորձարկումները: Այդ ժամանակից ի վեր ԱՃԱԳԿ-ն շարունակում է հեղինակավոր զեկույցներ հրապարակել ճառագայթային ազդեցության վերաբերյալ, այդ թվում՝ ատոմակայաններում տեղի ունեցած վթարների հետևանքով: Կոմիտեն կանոնավոր կերպով կատարում է աշխատանք, որն ունի կարևոր նշանակություն ինչպես գիտական հանրության, այնպես էլ քաղաքականություն մշակողների համար:

³ Stu "Radiation: Effects and Sources". United Nations Environment Programme, 2016 (<https://www.unep.org/resources/report/radiation-effects-and-sources>):

* Այսուհետև «ճառագայթում» ասելով մենք նկատի կունենանք ռադիոակտիվ ճառագայթումը:

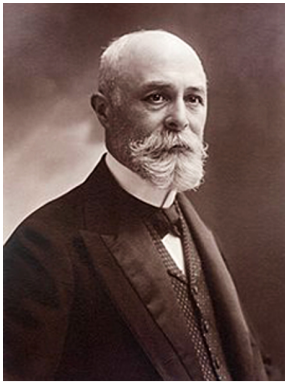
⁴ Այս մասին հանգամանորեն տես Յ. ԿՅԲԻՆ. Ядерные технологии (http://nuclphys.sinp.msu.ru/nuc_techn/nt.htm):

ԱՃԱԳԿ քարտուղարությունը իր՝ Շրջակա միջավայրի ծրագրի (ՇՄԾ, UNEP) աջակցությամբ ներկայումս ձեռնամուխ է եղել գործողությունների, որոնք ՄԱԿ-ի անդամ պետություններին աջակցում են վարելու բնապահպանական առումով «մաքուր» քաղաքականություն և որդեգրելու համապատասխան գործելակերպ: ՇՄԾ հիմնական նպատակներից է հանրությանն օգնել հասկանալ ճառագայթման հիմունքները և թե ինչ ազդեցություն այն ունի մեր մոլորակի վրա:

1. ԻՆՉ Է ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄԸ (ՈԱՐԻԱՑԻԱՆ)

1.1. Հարցի պատմությունը

1895 թվականին գերմանացի ֆիզիկոս Վիլհելմ Կոնրադ Ռենտգենը հայտնաբերեց մի ճառագայթում, որը հնարավորություն էր տալիս տեսնելու մարդու ներքին օրգանները, և դրանք անվանեց իր անունով՝ ռենտգենյան ճառագայթներ: Սույն հայտնագործությունը նշանավորեց բժշկության բնագավառում այս ճառագայթման օգտագործման սկիզբը: 1901 թվականին Ռենտգենը արժանացավ ֆիզիկայում Նոբելյան առաջին մրցանակին՝ որպես մարդկությանը մատուցած նրա ականառու ծառայությունների ճանաչում:



Անրի Բեքերել
(1852–1908)

Ռենտգենի հայտնագործություններից մեկ տարի անց ֆրանսիացի գիտնական Անրի Բեքերելը ուրան պարունակող հանքանյութի բեկորների հետ տուփի մեջ տեղադրեց մի քանի լուսանկարչական թանթիկ, որոնց զննման ժամանակ դրանց վրա, ի զարմանս իրեն, հայտնաբերեց ճառագայթման ազդեցության հետքեր: Այս երևույթն ստացավ «ռադիոակտիվություն» անվանումը: Պարզվեց, որ ռադիոակտիվություն տեղի է ունենում ատոմից էներգիայի ինքնաբուխ անջատման ժամանակ, և այժմ այն չափվում է Անրի Բեքերելի անունով կոչվող միավորներով՝ բեքերելով (Bq):

Կարճ ժամանակ անց երիտասարդ քիմիկոս Մարի Սկլոդովսկայա-Կյուրին շարունակեց հետազոտությունները և շրջանառության մեջ դրեց «ռադիոակտիվություն» տերմինը:

Ըստ ժամանակակից պատկերացումների՝ ռադիոակտիվությունը գրգռված միջուկների ճառագայթումն է կամ անկայուն ատոմային միջուկների ինքնաբուխ փոխակերպումը այլ քիմիական տարրերի ատոմների միջուկների, ինչն ուղեկցվում է մասնիկների կամ γ -քվանտի (քվանտների) արձակմամբ⁵:

⁵ Стu C. Г. Кадменский. Радиоактивность атомных ядер: история, результаты, новейшие достижения. «Соросовский образовательный журнал», 1999, № 11 (<http://nuclphys.sinp.msu.ru/mirrors/radioact.html>):

Ամուսիններ Մարի և Պիեռ Կյուրիները 1903 թ. ֆիզիկայի Նոբելյան մրցանակը բաժանեցին Անրի Բեքերելի հետ: Մարին դարձավ առաջին կինը, որը Նոբելյան մրցանակի արժանացել է երկու անգամ: Երկրորդ անգամ նա այդ պարգևն ստացել է 1911 թվականին ճառագայթային քիմիայի բնագավառում իր կատարած հայտնագործությունների համար:

1.2. Ատոմը և նյութի կառուցվածքը

Հայտնի է, որ իոնացնող ճառագայթումը, ի տարբերություն ոչ իոնացնողից, կարող է էլեկտրոններին փոխանցել էներգիա՝ դրանց ստիպելով հեռանալ նյութից: Միևնույն ժամանակ, այդ ճառագայթումը գրեթե չի փոխազդում նյութում եղած չեզոք մասնիկների հետ, ինչը մեզ հուշում է, որ իոնացնող ճառագայթումը էլեկտրամագնիսական ալիք է, կամ այլ կերպ ասած՝ ֆոտոնների հոսք: Այդ ալիքի երկարության շատ փոքր արժեքների պատճառով գերակայում են մասնիկային (կորպուսկուլյար) հատկությունները, մինչդեռ ալիքայինները թույլ են արտահայտված: Ցավոք, այստեղ մենք չենք կարող քննարկել լույսի ֆոտոնային բնույթի հետ կապված երևույթները: Նյութի կայունությունը պայմանավորված է հակառակ նշանի լիցք ունեցող մասնիկների միջև կուլոնյան ձգողության ուժով, և իոնացնող ճառագայթումը կարող է քայքայել դրանց միջև եղած կապերը, ինչն իր հերթին կառաջացնի նյութի կառուցվածքի փոփոխություն՝ անգամ մինչև դրա քայքայումը: Լիցքավորված մասնիկների վրա ոչ իոնացնող ճառագայթման ազդեցությունը անհամեմատ թույլ է:

Գիտնականների հիմնական խնդիրն էր հասկանալ, թե ինչ է ատոմը, ավելի ստույգ ասած՝ դրա կառուցվածքը: Մենք գիտենք, որ ատոմում կա դրական լիցքեր ունեցող մի փոքր միջուկ, որը շրջապատված է բացասական լիցքերով՝ էլեկտրոնների ամպով: Միջուկն իր չափերով մոտավորապես կազմում է ատոմի չափի միայն հարյուրհազարերորդական մասը, թեև այնքան խիտ է, որ զանգվածով հավասար է ատոմի գրեթե ամբողջ զանգվածին: Միջուկի կազմում եղած պրոտոններն ունեն դրական էլեկտրական լիցք, մինչդեռ նեյտրոնները լիցք չունեն (չեզոք են): Քիմիական տարրերի աղյուսակում տարրի հերթական համարով որոշվում է դրանց միջուկում եղած պրոտոնների թիվը (օրինակ՝ 5-րդ համարն ունեցող բորի ատոմն ունի 5 պրոտոն, իսկ 92-րդ համարի ուրանը՝ 92 պրոտոն)⁶: Այստեղ նշենք, որ տարրի քիմիական հատկությունները պայմանավորված են դրա ատոմի կազմի մեջ մտնող էլեկտրոնների թվով և ըստ թաղանթների դրանց բաշխման Պաուլիի սկզբունքով: Քանի որ ատոմը չեզոք համակարգ է, ապա դրանում պրոտոնների և էլեկտրոնների թվերը պետք է հավասար լինեն: Բայց նույն տարրի ատոմները կարող են տարբերվել նեյտրոնների թվով, և այդպիսի ատոմները կոչվում են իզոտոպներ (օրինակ՝ ուրան-235-ի և ուրան-238-ի իզոտոպները տարբերվում են երեք նեյտրոնով):

⁶ Ատոմի կառուցվածքի մասին ավելի հանգամանորեն տես Ա. Հ. Մելիքյան, Էյնշտեյնը և որոշ ժամանակակից տեխնոլոգիաներ: «ՀԲ», 2002, հմ. 4:

Շեշտենք, որ «քիմիական» հատկություններ տերմինը նշանակում է տվյալ տարրի ատոմի մեկ այլ կամ նույն տարրի ատոմի հետ կապվելու ընդունակությունը⁷: Դրա քանակական ամենակարևոր բնութագիրը կոչվում է կապի էներգիա: Տվյալ էներգիան հավասար է այն աշխատանքին, որը պետք է կատարվի երկու կապված ատոմները իրարից անջատելու և այնքան հեռացնելու համար, որ դրանց միջև ազդող ուժը դառնա աննշան: Քիմիական կապի ֆիզիկական տեսությունն ստեղծել է 20-րդ դարի մեծագույն քիմիկոս, ծագումով ամերիկացի Լայնուս Փոլինգը*, ինչի համար 1954 թ. արժանացել է Նոբելյան մրցանակի:

Մոլեկուլների, հեղուկների, բյուրեղային և ամորֆ նյութերի գոյությունը և հատկությունները պայմանավորված են քիմիական կապերով:

Այս բաժնի ամենակարևոր եզրակացությունն է նյութի կառուցվածքի ձևավորման գործում էլեկտրական դաշտի խաղացած հիմնարար դերը:

2. ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՇՏԸ ԿԵՆԴԱՆԻ ՕՐԳԱՆԻԶՄՆԵՐՈՒՄ

Մարդու ուղեղը, լինելով շատ մեծ նեյրոնային ցանց, անընդհատ վերլուծում է զգայական օրգանների և մարմնի ներքին օրգանների հաղորդած ազդանշանները, նախկինում կուտակված տեղեկությոն, կառուցում և շտկում է շրջապատի մոդելները և դրանց հիման վրա անում կանխատեսումներ: Ամերիկացի գիտնականները փորձել են համեմատել մարդու ուղեղը կոշտ համակարգչային սկավառակի հետ և հաշվարկել են, որ մարդու հիշողությունը կարող է պարունակել մոտ 1 միլիոն Գիգաբայթ, կամ 1 Պետաբայթ, տեղեկությոն⁸ (օրինակ՝ «Գուգլ» (Google) որոնողական համակարգը օրական մշակում է մոտ 24 Պետաբայթ տվյալ): Ընդամենը քանի որ նման մեծ քանակությամբ տեղեկությոնի մշակման համար մարդու ուղեղը ծախսում է ընդամենը 25 Վտ էներգիա, այն կարելի է անվանել Երկրի վրա գոյություն ունեցող ամենաարդյունավետ հաշվողական սարքը:

Նյարդային ազդակները տարածվում են, երբ իոնները շարժվում են նյարդային բջջի թաղանթում և փոխանցվում մի նյարդային բջիջից մյուսին:

⁷ Տես օրինակ, *Anne Marie Helmenstine*. Chemical Properties of Matter. "Though Go", 23 January 2020 (<https://www.thoughtco.com/chemical-properties-of-matter-608337/>):

* Լայնուս Կառլ Փոլինգը (1901–1994), բացի քվանտային քիմիայի բնագավառից, մեծ ներդրում ունի նաև ռազմական ոլորտում (իզոթայթուցիկներ, հրթիռային վառելիք, սուզանավերի և ինքնաթիռների համար թթվածնի հաշվիչ ու գեներատոր (կիրառվում է նաև բժշկությունում), սինթեզել է դաշտային պայմաններում արյան պլազման փոխարինող նյութ և այլն): Արժանացել է քիմիայի (1954) և խաղաղության (1962) Նոբելյան մրցանակների, «Ժողովուրդների միջև խաղաղության ամրապնդման համար» Միջազգային Լենինյան մրցանակի (1970), եղել է գիտությունների մի շարք ակադեմիկաների (այդ թվում՝ ԽՍՀՄ) անդամ:

⁸ Տես «Какой объем памяти у человеческого мозга и может ли она закончиться?» (<https://www.vokrugsveta.ru/quiz/348647/>):

Շարժման մեխանիզմը կոչվում է նատրիում-կալիումային պոմպ: Այն ծառայում է տեղեկույթը ծայրամասային նյարդային համակարգից (զգայարարներից) կենտրոնականին, կենտրոնական նյարդային համակարգի ներսում և դրանից կատարողական ապարատին՝ մկաններին և գեղձերին, փոխանցելու համար: Նյարդային ազդակի տարածումն ուղեկցվում է անցումային էլեկտրական պրոցեսներով, որոնք կարող են գրանցվել ինչպես արտաբջջային, այնպես էլ ներբջջային էլեկտրոդներով:

Նյարդային ազդակը նյարդային մանրաթելով տարածվող էլեկտրական ազդակ է: Նյարդային ազդակների փոխանցման միջոցով կատարվում է մարմնի նյարդային բջիջների միջև տեղեկույթի փոխանակում:

Ամեն վայրկյան միլիարդավոր նյարդային ազդակներ (ազդանշաններ) են անցնում մեր ուղեղով: Դրանք կրում են զգայարաններից ստացվող տեղեկույթը, հրամաններ փոխանցում մկաններին և ձևավորում են մտքերը, հույզերն ու հուշերը: Այս ազդանշաններից մի քանիսը կարելի է գրանցել էլեկտրաուղեղագրչով՝ մի քանի էլեկտրոդներ տեղակայելով մարդու գլխին:

Վերը շարադրվածից հետևում է, որ իոնացնող ճառագայթումը կարող է ազդել կիսահաղորդչային էլեկտրոնային, ինչպես նաև օպտիկական սարքերի աշխատանքի վրա: Քանի որ մարդու և կենդանիների օրգանիզմում տարբեր օրգանների և ուղեղի միջև տեղեկույթը փոխանակվում է էլեկտրական ազդակների ձևով, ապա այստեղ նույնպես կան լուրջ վտանգներ, որոնցից խուսափելու համար պետք է մշակվեն համապատասխան մեթոդներ:

3. ՈԱԴԻՈԱԿՏԻԿ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ

Իր կյանքի ընթացքում յուրաքանչյուր կենդանի օրգանիզմ ենթարկվել և ենթարկվում է բնական ծագմամբ ռադիոակտիվ ճառագայթման ազդեցությանը, որը կարող է լինել ներքին և արտաքին:

Ներքին ազդեցություն են գործում բնական ռադիոակտիվ նյութերը, որոնք մարդու օրգանիզմ են ներթափանցում ջրի, օդի և սննդի հետ: Արտաքին ճառագայթումը լինում է արեգակնային (Արեգակից ճառագայթվող) և տիեզերական (միջգալակտիկական տարածության խորքերում ծագող), ինչպես նաև տեղանքում կամ անգամ շինանյութում պարունակվող ռադիոակտիվ նյութերով առաջացած: Ընդսմին տրամաբանական է ենթադրել, որ ներքին ազդեցությամբ ճառագայթումն ավելի մեծ վնաս է պատճառում, քանի որ բջիջների մակարդակով ներգործում է անպաշտպան օրգանների, մարմնի համակարգերի ու հյուսվածքների վրա⁹:

Ռադիոակտիվ ճառագայթման հիմնական տեսակները՝ ալֆա-, բետա-, նեյտրոնային, ռենտգենյան և գամմա- ճառագայթումներն են:

⁹ Տես «Ионизирующее излучение, последствия для здоровья и защитные меры». «ВОЗ», 29 апреля 2016 г. (<https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures>):

Ալֆա մասնիկները հելիումի ատոմի միջուկներն են՝ բաղկացած երկու պրոտոնից և երկու նեյտրոնից, որոնք կազմում են մի համակարգ, որում մասնիկները կապված են միջուկային ուժերով: Ալֆա-ճառագայթումը ալֆա-մասնիկների հոսք է, որը տարածվում է մոտ 20000 կմ/վ սկզբնական արագությամբ: Այս տեսակի ճառագայթումը սակավ վտանգավորներից է, քանի որ թափանցունակությունը ամենափոքրն է, թեև ունի ամենամեծ իոնացնող էներգիան: Ռիստի, եթե բացառվի մարդու մարմնի մեջ անմիջական ներթափանցման հնարավորությունը, այն կլինի միանգամայն անվտանգ, քանի որ մարդու հագուստը կարող է հուսալի կերպով պաշտպանել դրանից:

Բետա-ճառագայթումը էլեկտրոնների հոսք է, որոնք, կախված ճառագայթման էներգիայից, տարածվում են լույսի արագությանը մոտ արագությամբ (300 հազար կմ/վ): Ալֆա-մասնիկների համեմատությամբ՝ դրանց լիցքը շատ ավելի փոքր է, թեև արագությունն էապես մեծ է: Վերջին հանգամանքի բերումով՝ բետա-մասնիկների թափանցունակությունը ավելի մեծ է:

Նեյտրոնային ճառագայթումը կարելի է ներկայացնել որպես նեյտրոնների հոսք, որի տարածման արագությունը հասնում է 20 հազար կմ/վրկ-ի: Քանի որ նեյտրոնները չունեն էլեկտրական լիցք, դրանք հեշտությամբ թափանցում են ատոմների միջուկների, ինչպես նաև կենդանի հյուսվածքների մեջ, ինչը կարող է հանգեցնել լուրջ առողջական խնդիրների ծագմանը: Նեյտրոնային ճառագայթումից լավագույն պաշտպանությունն են պոլիէթիլենը, պարաֆինը, ջուրը և այլ նյութեր:

Գամմա-ճառագայթումը էլեկտրամագնիսական ճառագայթում է, որը ռադիոակտիվ ճառագայթման ժամանակ արձակում են ատոմների միջուկները: Քանի որ գամմա-մասնիկներն ունեն ամենամեծ թափանցունակությունը, դրանք մարդու համար ամենավտանգավոր ռադիոակտիվ ճառագայթումն են: Գամմա-ճառագայթման դեմ լավագույն պաշտպանությունը ծանր մետաղներից (օրինակ՝ կապարից) պատրաստված պատնեշներն են:

Ռենտգենյան ճառագայթներն իրենց ֆիզիկական բնույթով և հատկություններով շատ նման են գամմա-ճառագայթմանը: Դրանք կարելի է տարբերել միայն առաջացման եղանակով: Նման ճառագայթումից լավագույն պաշտպանությունը ևս ծանր մետաղներն են, մասնավորապես՝ կապարը: Ներկայումս դրանց հիմնական միջավայրն են՝ ռադիոակտիվ աղտոտման աղբյուրները, ինչպիսիք են ուրանի արդյունահանումը, վերամշակումը, հարստացումը, միջուկային վառելիքի պատրաստումը, տարբեր տեսակի միջուկային ռեակտորները (այդ թվում՝ ռազմական նախանշանակման), որոնցում կենտրոնացված են մեծ քանակությամբ ռադիոակտիվ նյութեր, ռադիոքիմիական արդյունաբերությունը, որի ձեռնարկությունները վերականգնում են օգտագործված միջուկային վառելիքը, ռազմական արդյունաբերության ձեռնարկությունները, որտեղ արտադրվում են ուրան պարունակող զինամթերքն ու զենքերը:

4. ԲԺՇԿԱԿԱՆ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅՈՒՆ

Մի շարք փաստաթղթերից հայտնի է դառնում, որ ռենտգենյան ճառագայթների բժշկական կիրառությունն սկսվել է դրանց հայտնագործությունից մեկ-երկու տարի անց: Դեռ այդ ճառագայթների ֆիզիկական բնույթը չպարզած՝ փորձում էին դրանցով բուժել չարորակ ուռուցքներ: Իսկ ներկայումս բժշկության բնագավառում որոշ հիվանդությունների ախտորոշման և բուժման նպատակով այդ ճառագայթման օգտագործումը դարձել է հիմնական եղանակներից մեկը: Որոշ երկրներում այս երևույթը նույնիսկ ստացել է այնպիսի տարածում, որ արդյունավետ ճառագայթման միջին տարեկան բաժնաչափը մոտավորապես համապատասխանում է բնական աղբյուրներով առաքված բաժնաչափին:

Ընդ որում, բժշկական նպատակներով կիրառվող և այլ ճառագայթումների միջև կան էական և հստակորեն արտահայտված տարբերություններ: Բժշկական ազդեցությունը սովորաբար ներառում է մարմնի որոշակի մասի ճառագայթահարումը, մինչդեռ այլ դեպքերում ճառագայթահարումը հաճախ ազդում է ամբողջ մարմնի վրա: Բացի այդ, հիվանդների խմբում սովորաբար ընդգրկվում են ավելի հասուն տարիքի մարդիկ, քան դիտվում է ամբողջ բնակչության կազմում: Բացի այդ, պետք է նաև հաշվի առնել այն հույժ կարևոր հանգամանքը, որ բժշկության բնագավառում այս ճառագայթումը կիրառվում է նպատակայնորեն՝ ճառագայթահարվող մարդուն օգուտ տալու համար:

ԱՄՓՈՓՈՒՄ

Այսպիսով՝ ռադիոակտիվ ճառագայթումը էլեկտրամագնիսական ճառագայթման մի մասն է (ալիքի երկարությունների որոշակի տիրույթում ճառագայթվող), որը լինում է իոնացնող և ոչ իոնացնող: Ալիքի երկարությունների շատ փոքր արժեքներով ու մեծ էներգիայով բնորոշվող իոնացնող ճառագայթումը ունակ է ատոմից պոկելու էլեկտրոններ՝ դրանով իսկ ազդելով նյութի ֆիզիկական ու քիմիական հատկությունների վրա: Առանձնակի մեծ ազդեցություն այն գործում է կենդանի (այդ թվում՝ մարդու) օրգանիզմի վրա, որտեղ նյարդային ազդակները հաղորդվում են էլեկտրական ազդանշանների ձևով և անգամ արյան շիճուկը էլեկտրոլիտ է, այսինքն՝ ենթակա էլեկտրամագնիսական դաշտի ազդեցությանը: Իոնացնող ռադիոակտիվ ճառագայթումը կիրառվում է մարդու կենսագործունեության տարբեր ոլորտներում, մասնավորապես՝ բժշկության բնագավառում, ինչպես ախտորոշման, այնպես էլ որոշ հիվանդությունների (օրինակ՝ չարորակ ուռուցքների) բուժման համար: Կիրառվում է նաև էլեկտրաէներգիայի արդյունաբերական արտադրության համար:

Ճառագայթումը նաև միջուկային զենքի հիմնական խոցիչ տարրերից է, որի երկարատև ազդեցության ողբերգական օրինակներ են Հիրոսիման ու Նագասակին: Ի դեպ, կարելի է ասել, որ հնարավոր միջուկային պատերազմի հետևանքով ցամաքային, ջրային, և օդային տարածությունների

երկարաժամկետ համատարած ռադիոակտիվ վարակման (աղտոտման) վտանգը երկար տարիներ արդյունավետ կերպով գործած միջուկային զսպման հիմնական տարրն էր: Որոշ տվյալներով այս ճառագայթումն արձակվում է նաև աղքատացված ուրան պարունակող մի շարք արդիական զինամթերքներով, թեև վերջիններիս կիրառումը միջազգային իրավական նորմերով արգելված չէ:

ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. "Radiation: Effects and Sources". United Nations Environment Programme, 2016; «Радиация: эффекты и источники». Программа ООН по окружающей среде, 2016 (<https://www.unep.org/resources/report/radiation-effects-and-sources>).
2. Ю. М. Широков, Н. П. Юдин. Ядерная физика. М., 1989.
3. М. И. Панасюк. Радиоактивная Вселенная. Фрязино, 2019 (<http://crd.yerphi.am/files/Michail%20Panasyuk.pdf>).
4. L. Pauling, E. Wilson. Introduction to Quantum Mechanics. With Applications to Chemistry. Dover, 1985.

РАДИОАКТИВНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ВЕЩЕСТВО

А. О. МЕЛИКЯН, член-корреспондент НАН РА, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института прикладных проблем физики НАН РА, член НКС ВНЖ «Армянская армия»

РЕЗЮМЕ

Радиоактивное излучение, являющееся одним из видов электромагнитного излучения, испускаемого в определенном диапазоне длин волн, по своему воздействию на вещество бывает ионизирующим и неионизирующим. Ионизирующее излучение, характеризующееся очень малыми значениями длин волн и высокой энергией, способно выбивать электроны из атома, влияя при этом на физические и химические свойства вещества. Особенно большое воздействие оно оказывает на живой (в том числе и человеческий) организм, где нервные импульсы передаются в виде электрических сигналов и даже кровь является электролитом, т. е. подвержена влиянию электромагнитного поля. Ионизирующее радиоактивное излучение применяется в различных сферах жизнедеятельности человека, в частности, в области медицины – в целях диагностики, а также лечения некоторых (в первую очередь – онкологических) заболеваний. Оно используется также для промышленного производства электроэнергии.

Радиоактивное излучение является также одним из основных поражающих элементов ядерного оружия, трагическими примерами

продолжительных последствий применения которого являются Хиросима и Нагасаки. Кстати, можно отметить, что опасность всеобщего длительного радиоактивного заражения (загрязнения) суши, водного и воздушного пространств в результате возможной ядерной войны была главным элементом системы ядерного сдерживания, эффективно функционирующей на протяжении десятилетий. По некоторым данным, это излучение испускается и рядом современных боеприпасов, содержащих обедненный уран, хотя их применение не запрещено международными правовыми нормами.

THE RADIOACTIVE RADIATION AND SUBSTANCE

A. H. MELIKYAN, Corresponding Member, NAS, RA, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Leading Research Fellow, Institute of Applied Problems in Physics, NAS, RA, Member, Academic-Advisory Council, "Haikakan Banak" DAJ

SUMMARY

The radioactive radiation as a type of the electromagnetic radiation, emitted in a certain range of wavelengths, by its influence on the substance may be both ionizing and non-ionizing. The ionizing radiation, characterized by very small wavelengths values and high energy, is capable of stripping electrons from the atom, hence affecting the physical and chemical properties of that substance. In particular, it has a great effect on the living (including human) organism, in which nerve impulses are transmitted in the form of electrical signals, and even the blood is an electrolyte, i. e., subject to the influence of the electromagnetic field. The ionizing radioactive radiation is implemented in various spheres of human life activity, namely, in medicine, both for diagnosis, and for treatment of a number of (and above all, oncological) diseases. It is also used for electric energy industrial production.

Radioactivity is also one of the main destructive features of the nuclear weapon, with Hiroshima and Nagasaki being tragic cases of the long-term effects of its use. It can be argued, incidentally, that the danger of long-term widespread radioactive contamination (radiological pollution) of the land, water and air domains because of a possible nuclear war was the main element of the system of nuclear deterrence, effectively functioning for decades. According to some estimates, this radiation is emitted from a number of modern ammunitions containing depleted uranium, notwithstanding the fact that their application is not prohibited by international legal norms.