

L.S. HOVHANNISYAN, N.R. HARUTYUNYAN, A.G. SARGSYAN
**PROBLEMS OF USING GROUND HEAT PUMPS IN AUTONOMOUS
HEAT SUPPLY SYSTEMS IN YEREVAN**

The analysis of the working principles of geothermal heat pump systems (HPS) and the typical features of ground heat exchangers are carried out. The world practice experience of geothermal heat pumps and the prospect of using their potential in RA are investigated. The factors affecting the efficiency of geothermal heat pumps are studied and appropriate conclusions are made.

Keywords: heat pump plant, ground heat exchanger, low potential temperature, integral characteristics.

ՀՏԴ 621.311.22

Մ.Գ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

**ԱԷԿ-Ի ՇԱՀԱԳՈՐԾՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ՁԵՎԱՎՈՐՎՈՂ
ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՀԱՐՄԱՆ ԱՆՀԱՏԱԿԱՆ ԲԱԺՆԵԶԱՓԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄՆ ԸՍՏ
ՄՆՆԴԱՅԻՆ ՇՂԹԱՆԵՐԻ**

Իրականացվել է շրջակա միջավայրում, ինչպես նաև սննդային և կենսաբանական շղթաներում ռադիոնուկլիդների միգրացիայի մանրակրկիտ վերլուծություն, որի արդյունքում կառուցվել է միգրացիայի ընդհանուր սխեման: Վերջինս հնարավորություն է տվել գնահատել ԱԷԿ-ի շահագործման պարագայում մարդկանց ճառագայթահարման արդյունքում ձևավորվող անհատական համարժեք բաժնեչափերը թե ըստ առանձին սննդային շղթաների, թե ընդհանուր դիտարկումների արդյունքում:

Առանցքային բառեր. անհատական համարժեք բաժնեչափ, սննդային և կենսաբանական շղթաներ, ռադիոնուկլիդների միգրացիա, կուտակման գործակից, սահմանային թույլատրելի բաժնեչափ:

Էլեկտրաէներգետիկական օբյեկտների տեղաբաշխման, շահագործման, վթարային իրավիճակների կանխատեսման ժամանակ անհրաժեշտ է լինում գնահատել էլեկտրակայանների ազդեցությունը շրջակա միջավայրի (ՇՄ) վրա, որոնք բնապահպանական պայմանների տեսանկյունից կարելի է տեղակայել դիտարկվող շրջանում՝ հաշվի առնելով տարածաշրջանային սոցիալ-տնտեսական և էկոլոգիական իրավիճակը: Նման հիմնախնդիրներն առավել գերակա են դառնում ատոմային էլեկտրակայանների դիտարկման պարագայում:

Ատոմային էներգետիկայի զարգացման նպատակային իրականացումը հնարավոր է միայն ճառագայթասակտիվ (ՃԱ) նյութերի աղտոտումից ՇՄ-ի պաշտպանության և բնակչության ճառագայթային անվտանգության ապահովման

հիմնախնդիրների համակողմանի հետազոտման և լուծման արդյունքում: Ուստի այսօրինակ հիմնախնդիրներին նվիրվում են մի շարք միջազգային գազաթափոցողներ, դրանց լուծման ուղիների մշակմամբ զբաղվում են այնպիսի միջազգային կազմակերպություններ, ինչպիսիք են ՄԱԿ-ի Ատոմային ճառագայթման ազդեցության գիտական հանձնաժողովը, Ատոմային էներգետիկայի միջազգային գործակալությունը, Ճառագայթային պաշտպանության միջազգային հանձնաժողովը և այլն:

Հայտնի է, որ միջուկային էներգետիկայում կիրառվող տեխնիկական միջոցներն ապահովում են ճառագայթային անվտանգության այնպիսի բարձր մակարդակներ, երբ բնական ֆոնի առկայության պայմաններում բավականին բարդ է լինում չափել ԱԷԿ-ի արտանետումներից բնակչության ճառագայթահարման բաժնեչափերը, որոնք հիմնական բնութագրիչներն են: Վերջիններս հնարավոր է գնահատել միայն հաշվարկային ուղիով ռադիոնուկլիդների արտանետման կամ արտաքին միջավայրի օբյեկտներում (մթնոլորտային օդ, բնահող, սննդամթերք և այլն) դրանց պարունակության հիման վրա:

Կենսաբանական նյութափոխանակության գործընթացին մասնակցող մի շարք ռադիոնուկլիդների դեպքում (յոդի, ստրոնցիումի, ցեզիումի և այլ նյութերի իզոտոպներ) հիմնական է դրանց անուղակի ազդեցությունը: Դրանք օրգանիզմ են ներթափանցում սննդային և կենսաբանական բարդ շղթաների օղակներով: Այս առումով անհրաժեշտություն է առաջանում դիտարկել նաև կենսոլորտում ռադիոնուկլիդների միգրացիան: Զրային հովացմամբ ռեակտորների բնականոն շահագործման պարագայում ԱԷԿ-ի տեղաբաշխման վայրում ճառագայթային իրավիճակը ձևավորվում է հիմնականում իներտ ռադիոակտիվ գազերով (${}^131\text{I}$), ${}^{131}\text{I}$ -ով և ${}^{89}\text{Sr}$, ${}^{90}\text{Sr}$, ${}^{134}\text{Cs}$, ${}^{137}\text{Cs}$ տրոհման արգասիքներով, ինչպես նաև ${}^{58}\text{Co}$, ${}^{60}\text{Co}$, ${}^{51}\text{Cr}$, ${}^{54}\text{Mn}$ կոռոզիայի արգասիքներով [1,2]:

Աշխատանքում ուսումնասիրվել են անընդհատ արտանետման դեպքում անհատական տարեկան բաժնեչափերը՝ ըստ սննդային շղթայի, և հաշվարկել է անհատական տարեկան բաժնեչափի միջին հզորությունը ամբողջ օրգանիզմի ներքին և արտաքին ճառագայթահարման դեպքում: Դիտարկվել են իրադարձությունների շղթան և «շրջակա միջավայր» համակարգը՝ որպես օղակների համախումբ, ընդ որում՝ առանձնացվել են առավել մեծ դերակատարություն ունեցող կապերը, որոնք նկարագրում են ռադիոնուկլիդների տեղափոխումն առանձին օղակների միջև և համախմբում են բաղադրիչները մեկ համակարգի մեջ:

Այսպիսով, որպես խնդրի առաջին փուլ առաջադրվել է ռադիոնուկլիդների միգրացիայի սխեմայի կառուցումը՝ յուրաքանչյուր շղթայի համար միգրացիայի ընթացքում օղակից օղակ անցնող նուկլիդների դիֆերենցիալ գործակից-

ների որոշմամբ պարբերական տեղումների դեպքում, որպես երկրորդ փուլ՝ ամբողջ օրգանիզմի ստացած անհատական տարեկան բաժնեչափի միջին հզորության գնահատումը:

Մենդային շղթայով մարդու օրգանիզմ ռադիոնուկլիդների ներմուծման անհատական բաժնեչափերը հաշվարկում են՝ ենթադրելով, որ օգտագործվում են միայն տեղական սննդամթերքները: Այդպիսի գնահատականը տալիս է տվյալ պայմաններում հնարավոր առավելագույն ճառագայթման մակարդակները, որոնք գրեթե միշտ գերազանցում են իրական բաժնեչափերը, քանի որ սովորաբար հայտնի չէ, թե ինչպիսի մասնաբաժին են կազմում սննդակարգում տեղական մթերքները: Որոշ դեպքերում (օրինակ՝ կաթ, սեփական հողամասերից բանջարեղեն, կարտոֆիլ) այդպիսի գնահատականները կարող են լինել իրականին բավականին մոտ: Նշված ենթադրությունների դեպքում կարճաժամկետ արտանետումներից ($A_s, P/10^3$) անհատական սպասվող բաժնեչափը ($D^u, Z/10^3$) կներկայացվի՝

$$D^u = A_s K_{FD}, \quad (1)$$

իսկ անհատական տարեկան բաժնեչափի միջին հզորությունը՝ ($P, Z/10^3$ արտանետումները) անընդհատ արտանետման ($\dot{A}_s, P/10^3$ արտանետումները) դեպքում՝

$$P = \dot{A}_s K_{FD} \quad (2)$$

արտահայտություններով, ընդ որում՝ A_s և \dot{A}_s մեծությունները որոշվում են ստորև բերվող (3)...(5) արտահայտություններով:

ՃԱ արգասիքների չոր նստեցման դիտարկման դեպքում.

$$\dot{A}_s(x,y) = v_g A_v(x,y,0), \quad (3)$$

որտեղ $A_v(x,y,0)$ -ն x, y կետերում խառնուրդի մերձերկրյա ծավալային ակտիվությունն է, $P/10^3, v_g$ -ն՝ չոր նստեցման արագությունը, $մ/վ$: ԱԷԿ-ի արտանետումների ցրման գործնական հաշվարկների դեպքում կարելի է ընդունել գազանման յոդի համար $v_g=2սմ/վ$ և $0.8սմ/վ$ ՝ մնացած նուկլիդների համար, իսկ ԻՌԳ-ի համար $v_g=0$:

Տեղումների հետևանքով լվացմամբ երկրի մակերևույթի վրա խառնուրդների հոսքի խտությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$\dot{A}_S(x, y) = \Lambda \int_0^{H_z} A_V(x, y, z) dz, \quad (4)$$

որտեղ H_z -ն ամպի ներքին սահմանի բարձրությունն է, \dot{A} (գործնական հաշվարկների դեպքում սովորաբար ընդունում են՝ $H_z = \infty$), Λ -ն՝ անընդհատ լվացումը հաշվի առնող գործակիցը, \dot{A}' : Վերջինս կախված է տեղումների տեսակից, անձրևի կաթիլի չափերից և տեղումների ինտենսիվությունից [3,5]:

Տարրալուծման գործոնը՝ $G(\dot{A}/\dot{A}^3)$ հաշվի առնելով և դիտարկելով երկու մեխանիզմների համատեղ առկայությունը, կարող ենք օգտագործել հետևյալ բանաձևը.

$$\dot{A}_S = Q(v_g G + \Lambda G^z), \quad (5)$$

որտեղ Q -ն արտանետման ինտենսիվությունն է, \dot{A}/\dot{A} , G^z -ն՝ ինտեգրալ ըստ G տարրալուծման գործոնից մինչև z ուղղահայաց կորդինատը, \dot{A}/\dot{A}^2 :

$K_{FD}(2\dot{A}^* \dot{A}^2/\dot{A})$ -ն գործակից է, որը կապ է ստեղծում արտանետման մակարդակի և օրգանի, հյուսվածքի անհատական համարժեք բաժնեչափի (D_{hwd}) կամ արտանետման մակարդակի անհատական արդյունավետ համարժեք բաժնեչափի (D_{wrt}) միջև: Այս գործակիցը հաշվարկում են հետևյալ բանաձևով՝

$$K_{FD} = K_{Fi} B_{ig}, \quad (6)$$

որտեղ $B_{ig}(2\dot{A}/\dot{A})$ -ն գործակից է, որը հաշվի է առնում սննդի հետ օրգանիզմ ներմուծվող ակտիվությունը, $K_{Fi}(\dot{A}^2)$ -ն՝ գործակից, որը բնութագրում է արտանետման մակարդակի և առանձին անհատների օրգանիզմ ռադիոնուկլիդների ներթափանցման միջև կապը, ընդ որում՝ այն հաշվի է առնում տվյալ բուսական կամ կենդանական ծագմամբ սննդամթերքի արտադրության համար անհրաժեշտ գյուղատնտեսական հողատարածության մակերեսը, բուսատեսակների բերքատվությունը, կենդանիների կաթնա-, մսարտադրողականությունը և մեկ մարդու կողմից տվյալ տեսակի մթերքի տարեկան օգտագործվող քանակը [4,7,8]:

Ըստ էության՝ K_{Fi} չափում չունեցող գործակիցը բնութագրում է ռադիոնուկլիդների կորուստը սննդային շղթայում՝ հաշվի առնելով նաև խոհարարական մշակման գործընթացը և պահպանումը: Այս գործակցի արժեքը տարբերվում է՝ կախված ռադիոնուկլիդների տեսակից, սննդամթերքից, տեղական կլիմայական պայմաններից, հողի տեսակից, գյուղատնտեսական գործընթացից, արտանետման պայմաններից:

Գոյություն ունեն այս գործակիցների հաշվարկման մի շարք մեթոդներ, ընդ որում՝ առավել կիրառություն գտել են հետևյալները.

- տեսակարար ակտիվության մոդելը,
- համակարգային վերլուծության մեթոդը,
- կուտակման գործակիցների մեթոդը:

Գործնական հաշվարկների համար կուտակման գործակիցների մեթոդն առավել նախընտրելի է, քանի որ հաշվարկը կատարվում է միայն բազմապատկման և բաժանման գործողություններով: Այդպիսի պարզություն ձեռք է բերվում, եթե անտեսում ենք ժամանակից ցանկացած կախվածություն: Օրինակ, անընդհատ արտանետումների դեպքում հաշվարկվում են միայն ըստ ժամանակի միջինացված հավասարակշիռ խտությունները, իսկ մեկանգամյա արտանետումների դեպքում՝ ժամանակավոր խտությունների ինտեգրալները: Կուտակման գործակիցները սովորաբար բերվում են չափում չունեցող հարաբերությունների տեսքով [5...8]:

$$K_{mn} = \int_{-\infty}^{+\infty} C_n(t) dt / \int_{-\infty}^{+\infty} C_m(t) dt, \quad (7)$$

որտեղ K_{mn} -ը n -րդ օղակում ռադիոնուկլիդների կուտակման գործակիցն է՝ ի համեմատություն m -րդ օղակի, C_n -ը և C_m -ը՝ նշված օղակներում ռադիոնուկլիդների խտությունները: Անվերջ սահմաններում ինտեգրումը համարժեք է միջինացմանը՝ ըստ մեծ ժամանակահատվածի (որպես կանոն, 1 տարուց ոչ պակաս):

Ճյուղավորված (բազմօղակ) շղթայի դեպքում ամբողջ ցանցի համար կուտակման գործակիցը որոշվում է անցման գործակիցների հաջորդական արտադրյալով.

$$K_{\Sigma} = \sum \prod K_{ij}, \quad (8)$$

որտեղ \prod -ն կուտակման գործակիցների արտադրյալն է առանձին սննդային շղթայի հարակից օղակների միջև, K_{ij} -ն՝ անցման գործակիցները տվյալ սննդային շղթայի ներսում, Σ -ն հանրագումարի է բերում տարբեր սննդային շղթաները:

(8) առնչությունը հնարավորություն է տալիս բարդ ցանցերը մասնատել առանձին չճյուղավորված շղթաների, որոնք հետագայում դիտարկվում են տարանջատ կերպով: K_{Σ} -ի գնահատման բանաձևերը առանձին վերգետնյա սննդային շղթաների համար բերված են [7]-ում: Դրանք շրջակա միջավայրում ռադիոնուկլիդների միգրացիայի ընդհանուր սխեմայի մեջ (նկ. 1) առանձնացված են կիսահաստ գծերով: Առանձին չճյուղավորված շղթաների միգրացիայի ցանցերի կազմալուծման դեպքում տարբերում են բույսերի և կերի մեջ ռադիոնուկ-

լիդների ներթափանցման օդային և արմատային (բնահողի միջոցով) ուղիներ: Այստեղ օդային ուղի ասելով հասկանում ենք բույսերի ուղղակի աղտոտումը մթնոլորտային տեղումների հետևանքով, իսկ հողային՝ հողի արմատաբնակ շերտի խոր աղտոտումը և բույսերի մեջ՝ ներմուծումը արմատային յուրացման ճանապարհով:

Օրինակ, կաթնային շղթա-աղտոտման օդային ուղու համար.

$$K_{fi} = K_{fg} K_{gv} K_{va} K_{ac} K_{ch} K_{hi}, \quad (9)$$

որտեղ K -երը կաթնային շղթայով միգրացիայի ընթացքում օղակից օղակ ռադիոնուկլիդների անցման դիֆերենցիալ գործակիցներն են, ընդ որում՝ անցման գործակիցների ինդեքսները համապատասխանում են սխեմայում նշագրվածին: Օրինակ, K_{fg} գործակիցը վերաբերում է $F \rightarrow G$ անցմանը:

Ինչպես արդեն նշվել է, հետազոտությունում խնդիր է դրվել գնահատել ԱԷԿ-ի շահագործման պայմաններում ձևավորվող անհատական բաժնեչափերը՝ ըստ սննդային շղթաների: Կիրառելով կուտակման գործակիցների մեթոդը՝ առաջնային մոտեցմամբ գնահատվել են անհատական բաժնեչափերը՝ ըստ սննդային շղթաների ^{90}Sr և ^{137}Cs ռադիոնուկլիդների ներմուծման տարբեր ուղիների համար: Հաշվարկի արդյունքում ^{90}Sr և ^{137}Cs իզոտոպների համար ստացվում են համապատասխանաբար $1,3 \cdot 10^{-5}$ և $1,1 \cdot 10^{-4}$ *Ջվ/տարի* բաժնեչափային հզորություններ, որոնց գումարային արժեքը $1,2 \cdot 10^{-4}$ *Ջվ/տարի* (0,12 *մՋվ/տարի*) է:

Այնուհետև վերը նշված երկու իզոտոպների համար, երկրորդ մոտեցմամբ, իրականացվել է անհատական տարեկան բաժնեչափերի հզորությունների հաշվարկ՝ ըստ K_{fi} անցումային գործակիցների վիճակագրական միջինացված տվյալների (հաշվարկի արդյունքները ընդհանրացված են աղ.-ում):

Այս դեպքում գումարային բաժնեչափային հզորությունը կազմել է $2,5 \cdot 10^{-4}$ *Ջվ/տարի* (0,25 *մՋվ/տարի*) է: Ելնելով այն հանգամանքից, որ արդյունքում ստացվում են կարգային նույն արժեքները (դիտարկված ելակետային պայմաններում և միջինացված տվյալների կիրառման դեպքում), ընդ որում՝ միջինացված տվյալների կիրառման պարագայում բաժնեչափային հզորությունը ստացվում է ավելի մեծ, աղյուսակային տվյալների կիրառմամբ իրականացվել է գումարային բաժնեչափի որոշումը՝ ջրաջրային ռեակտորների շահագործմանը բնորոշ մյուս իզոտոպների դիտարկմամբ՝ ^{89}Sr , ^{60}Co , ^{51}Cr , ^{54}Mn և ^{131}I :

Աղյուսակ

Վիճակագրական աղյուսակային արժեքներով ^{90}Sr և ^{137}Cs -ի համար անհատական տարեկան բաժնեչափի միջին հզորությունների հաշվարկային արժեքները՝ ըստ սննդային շղթաների

^{90}Sr				^{137}Cs			
K _{Finտար}	K _{FD}	As	H	K _{Finտար}	H	As	H
մ ²	Չվ·մ ² /Բկ	Բկ/մ ² տարի	Չվ/տարի	մ ²	Չվ·մ ² /Բկ	Բկ/մ ² տարի	Չվ/տարի
Կաթնային շղթա-աղտոտման օդային ուղի							
4·10 ⁻¹	1,4·10 ⁻⁸	74	1,0·10 ⁻⁶	15	2,1·10 ⁻⁷	7,4·10 ²	1,5·10 ⁻⁴
Մսային շղթա-աղտոտման օդային ուղի							
0,0063	2,2·10 ⁻¹⁰	74	1,6·10 ⁻⁸	1,2	1,68·10 ⁻⁸	7,4·10 ²	1,2·10 ⁻⁵
Բուսական շղթա-աղտոտման օդային ուղի							
3,5	1,2·10 ⁻⁷	74	9,0·10 ⁻⁶	3,5	4,9·10 ⁻⁸	7,4·10 ²	3,6·10 ⁻⁵
4,7·10 ⁻¹	1,6·10 ⁻⁸	74	1,2·10 ⁻⁶	4,7·10 ⁻¹	6,58·10 ⁻⁹	7,4·10 ²	4,8·10 ⁻⁶
3,1·10 ⁻¹	1,1·10 ⁻⁸	74	8,0·10 ⁻⁷	3,1·10 ⁻¹	4,34·10 ⁻⁹	7,4·10 ²	3,2·10 ⁻⁶
1,5·10 ⁻¹	5,3·10 ⁻⁹	74	3,9·10 ⁻⁷	1,5·10 ⁻¹	2,1·10 ⁻⁹	7,4·10 ²	1,5·10 ⁻⁶
3,5·10 ⁻¹	1,2·10 ⁻⁸	74	9,0·10 ⁻⁷	3,5·10 ⁻¹	4,9·10 ⁻⁹	7,4·10 ²	3,6·10 ⁻⁶
Կաթնային շղթա-աղտոտման արմատային ուղի							
0,0149	5,2·10 ⁻¹⁰	74	3,8·10 ⁻⁸	0,27	3,78·10 ⁻⁹	7,4·10 ²	2,8·10 ⁻⁶
Մսային շղթա-աղտոտման արմատային ուղի							
0,00023	8,1·10 ⁻¹²	74	5,9·10 ⁻¹⁰	0,023	3,2·10 ⁻¹⁰	7,4·10 ²	2,4·10 ⁻⁷
Բուսական շղթա-աղտոտման արմատային ուղի							
0,87	3·10 ⁻⁸	74	2,2·10 ⁻⁶	0,44	6,16·10 ⁻⁹	7,4·10 ²	4,5·10 ⁻⁶
0,19	6,7·10 ⁻⁹	74	4,9·10 ⁻⁷	0,095	1,33·10 ⁻⁹	7,4·10 ²	9,8·10 ⁻⁷
0,15	5,3·10 ⁻⁹	74	3,9·10 ⁻⁷	0,077	1,08·10 ⁻⁹	7,4·10 ²	7,9·10 ⁻⁷
0,34	1,2·10 ⁻⁸	74	8,8·10 ⁻⁷	0,17	2,38·10 ⁻⁹	7,4·10 ²	1,8·10 ⁻⁶
0,055	1,9·10 ⁻⁹	74	1,4·10 ⁻⁷	0,028	3,9·10 ⁻¹⁰	7,4·10 ²	2,9·10 ⁻⁷
H (Չվ/տարի)				H (Չվ/տարի)			
1,8·10 ⁻⁵				2,3·10 ⁻⁴			

Հաշվի առնելով ռենտգենով արտահայտված ռենտգենյան և գամմա-ճառագայթման էքսպոզիցոն բաժնեչափի և ռադ-երով արտահայտված ճառագայթման կլանված բաժնեչափի միջև կապը օդի համար, որոշենք բնական ֆոնով պայմանավորված արտաքին կլանված բաժնեչափը.

$$D_{\text{համ}}^{\text{բ}} = \frac{D_{\text{էքս}}}{0.877} = \frac{0.1314}{0.877} = 0.15 \text{ ռադ},$$

որը մոտավորությամբ հավասար է 0,15 ռկհ (1,5 մՋվ):

Այսպիսով, բնական ֆոնով և սննդային շղթայով պայմանավորված գումարային անհատական բաժնեչափը կունենա հետևյալ արժեքը.

$$D_{\text{ընդ}} = D_{\text{համ}}^{\text{սնն}} + D_{\text{համ}}^{\text{բ}},$$

$$D_{\text{ընդ}} = 0,43 + 1,5 = 1,93 \text{ մՋվ (տարում):}$$

Այս արժեքը չի գերազանցում, սակայն մոտենում է ՍԹԲ-ին: Այնուամենայնիվ, անհրաժեշտ է հաշվի առնել այն հանգամանքը, որ $D_{\text{համ}}^{\text{սնն}}$ -ը հաշվարկվում է միջինացված վիճակագրական տվյալների հիման վրա, և միևնույն ժամանակ, ԻՌԳ-ի ներդրումը գումարային բաժնեչափում (բնականոն շահագործման պայմաններում) անհամեմատ փոքր է և կազմում է 0,015 մՋվ (տարեկան):

Աշխատանքում, որպես հաշվարկային վերջին փուլ, որոշվել է արտանետման այն հզորությունը, որի պարագայում դիտարկվող բաժնեչափը կգերազանցի թույլատրելի արժեքը՝ և բնական ճառագայթային ֆոնը չդիտարկելով, և հաշվի առնելով: Արտանետման արժեքը մեծացվել է 2...6 անգամ:

Մասնավորապես, աշխատանքում դիտարկված սննդային շղթաների համար որոշվել են անհատական տարեկան բաժնեչափերը անընդհատ արտանետման դեպքում.

▪ Կաթնային շղթա-աղտոտման օդային ուղի: Շղթայում հաշվի են առնվել հավասարաչափ տեղումների դեպքում արոտավայրերի և մսուրային պարունակությունները, աճման ընթացքում խառնուրդների նախնական նստեցումը բույսերի մթերատու մասերի վրա, կովերի արածեցման տևողությունը տարվա ընթացքում, ինչպես նաև ջրի միջոցով կենդանիների աղետամոքսային տրակտ ռադիոնուկլիդների ներթափանցումը: Հաշվարկային արդյունքներից երևում է, որ անհատական տարեկան բաժնեչափի միջին հզորությունը (դիտարկված իզոտոպների համատեղ ազդեցության դեպքում) կազմում է $2,6 \cdot 10^{-4}$ Ջվ/տարի:

▪ Մսային շղթա-աղտոտման օդային ուղի: Մսային շղթայով անհատական տարեկան բաժնեչափի միջին հզորությունը գնահատելիս հաշվի են առնվել

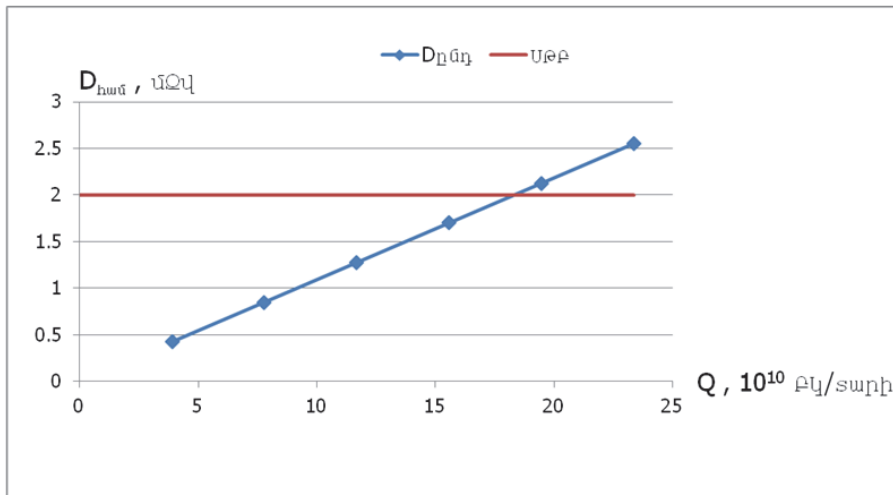
հավասարաչափ տեղումների դեպքում արոտավայրերի և մսուրային պարունակությունները, աճման ընթացքում խառնուրդների նախնական նստեցումը բույսերի մթերատու մասերի վրա, բերքահավաքի ժամանակ կերային մշակաբույսերի մեջ պարունակվող նուկլիդների բաժնեմասը, ինչպես նաև կենդանիների աղեստամոքսային տրակտ նուկլիդների ներթափանցման բաժնեմասը: Հաշվարկի արդյունքում անհատական տարեկան բաժնեչափի միջին հզորությունը հավասար է $2,2 \cdot 10^{-5}$ Ջվ/տարի:

▪ Քուսական շղթա-աղտոտման օդային ուղի: Հաշվարկները կատարել ենք տարբեր տեսակի բույսերի համար, մասնավորապես՝ հացահատիկ, կաղամբ, մրգեր, կարտոֆիլ և այլն: Նշված բաղադրիչների ընդհանուր հաշվառման արդյունքում տարեկան անհատական բաժնեչափը ստացվել է $1,3 \cdot 10^{-4}$ Ջվ/տարի:

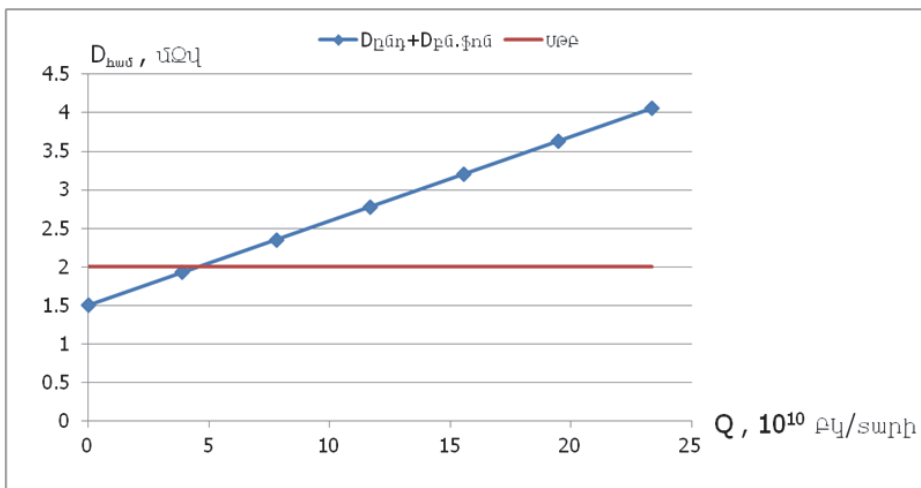
▪ Կաթնային, մսային և քուսական շղթա-աղտոտման արմավային ուղի: Այս պարագայում հաշվի է առնվել նստեցված նուկլիդների բաժնեմասը, որը հասնում է հողի մակերևույթին, ինչպես նաև հողի շերտ ներմուծված նուկլիդների բաժնեմասը, որն անցնում է բույսերի մեջ: Արդյունքում՝ անհատական տարեկան բաժնեչափի միջին հզորությունը շղթաների դեպքում հավասար է $2,8 \cdot 10^{-6}$, $2,5 \cdot 10^{-7}$ և $1,3 \cdot 10^{-5}$ Ջվ/տարի:

Այսպիսով, ընդհանրացնելով արդյունքները ամբողջ միգրացիոն շղթայի համար, կարող ենք ընդգծել, որ դիտարկված բոլոր իզոտոպների դեպքում դիտարկված սննդային շղթաների պարագայում ընդհանուր անհատական տարեկան բաժնեչափը ըստ էության չի գերազանցում թույլատրելի բաժնեչափը՝ կազմելով դրա 21,5%-ը, եթե հաշվի չի առնվում բնական ճառագայթային ֆոնի առկայությունը: Վերջինիս հաշվառման պարագայում ձևավորվող ընդհանուր անհատական բաժնեչափը մոտենում է թույլատրելի տարեկան սահմանին՝ կազմելով 1,93 մՋվ:

Վերը ներկայացված բաժնեչափերը որոշվել են ԱԷԿ-ի բնականոն շահագործման դեպքում իզոտոպների թույլատրելի արտանետումների պարագայում: Հաշվի առնելու համար թույլատրելին գերազանցող հնարավոր մեկանգամյա արտանետումները (ոչ վթարային իրավիճակներում)՝ որոշվել է արտանետումների գերազանցման բազմապատիկը, որի դեպքում սննդային շղթաների դիտարկմամբ տեղի կունենա թույլատրելի տարեկան բաժնեչափի գերազանցում: Հաշվարկի արդյունքները գրաֆիկորեն պատկերված են նկ. 2-ում և 3-ում:



Նկ. 2. Սննդային շղթայի դիրարկմամբ անհատական փարեկան բաժնեչափի կախվածությունը արտանետման մակարդակից



Նկ. 3. Սննդային շղթայով և բնական ֆոնով պայմանավորված անհատական փարեկան բաժնեչափի կախվածությունը արտանետման մակարդակից

Միայն սննդային շղթայով պայմանավորված անհատական բաժնեչափի արժեքը գերազանցում է ՍԹԲ-ն արտանետման մակարդակի $19,47 \cdot 10^{10} \text{մ}^3/\text{փարի}$ արժեքի դեպքում, եթե արտանետման մակարդակը հինգ անգամ գերազանցի սահմանային թույլատրելի նորմը սննդային շղթայով և բնական ֆոնով պայմանավորված՝ $7,79 \cdot 10^{10} \text{մ}^3/\text{փարի}$ արժեքի դեպքում, այսինքն՝ արտանետման մակարդակը երկու անգամ գերազանցելու դեպքում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Гусев Н.Г., Беляев В.А.** Радиоактивные выбросы в биосфере: Справочник.-М.: Энергоатомиздат,1991.
2. **Ионизирующее** излучение: Источники и биологические эффекты // Доклад НКДАР ООН-1982.-Нью-Йорк,1982.
3. **Пределы** поступления радионуклидов для работающих с радиоактивными веществами. Публикация 30 МКРЗ/Пер. с англ. В 2-х ч. - М.:Энергоиздат, 1982, ч.1; 1983, ч.2.
4. **Методические указания 2.6.1.2153-06.** Оперативная оценка доз облучения населения при радиоактивном загрязнении. Роспотребнадзор (протокол № 3 от 15 ноября 2006г.).-45с.
5. **Выброс** радиоинуклидов в окружающую среду. Расчет доз облучения человека. Рекомендации МКРЗ. Публикация 29 /Пер. с англ.; Под ред. А.А. Моисеева и П.В. Рамзаева.-М.: Атомиздат,1980.
6. **Санитарные** правила проектирования и эксплуатации атомных электростанций СП-АЭС-79.-М.: Энергоиздат,1981.
7. **Модель** определения дозовых нагрузок с учетом миграции радионуклидов и поступления их по пищевым цепочкам.Серия ОРБ-11/Д. Вайс, М. Кюммель, М. Ленинг.-М.: Изд. СЭВ, 1980.
8. Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment. Safety reports Series No.19/ IAEA.-Vienna, 2001.
9. **Государственные** санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность, нормы радиационной безопасности (НРБ-99/09) сп 2.6.1. 758-99/09.

М.Г. КАЗАРЯН

ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОЗ ПО ПИЩЕВЫМ ЦЕПОЧКАМ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АЭС

Проведен детальный анализ миграции радионуклидов в окружающей среде, а также в пищевых и биологических цепочках, вследствие чего была построена общая схема миграции. Дана оценка индивидуальных эквивалентных доз облучения людей, образующихся при эксплуатации АЭС как по отдельным пищевым цепочкам, так и при общих наблюдениях.

Ключевые слова: индивидуальная эквивалентная доза, пищевые и биологические цепочки, миграция радионуклидов, коэффициент накопления, предельно допустимая доза.

M.G. GHAZARYAN

**ESTIMATION OF INDIVIDUAL DOSES ON FOOD CHAINS
FORMED AT NPP OPERATION**

A careful analysis of radionuclide migration in the environment, and also in food and biological chains is carried out, as a consequence of that the general scheme of migration has been constructed. The individual equivalent doses of irradiation of people formed at NPP operation both on separate food chains, and at general observations are estimated.

Keywords: individual equivalent dose, food and biological chains, radionuclides migration, accumulation factor, maximum permissible dose.

ՀՏԴ 621.577

Ռ.Գ. ԽԱԶԱՏՐՅԱՆ

**ՋԵՐՄԱՄԱՏԱԿԱՐԱՐՄԱՆ ԷՆԵՐԳԱԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅԱՆ
ԲԱՐՁՐԱՑՈՒՄԸ ՋԵՐՄԱՊՈՄՊԱՅԻՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԻ ՀԻՄԱՆ ՎՐԱ**

Դիտարկվում է բրոմիլիթիումային աբսորբցիոն և շոգեկոմպրեսորային ջերմային պոմպերի օգտագործման հնարավորությունը՝ ջերմամատակարարման տարատեսակ համակարգերում ջերմային էներգիայի արտադրության արդյունավետությունը բարձրացնելու համար:

Առանցքային բաներ. ջերմային պոմպ, փոխակերպման գործակից, էներգախնայողություն:

Օրգանական վառելիքի լրիվ կամ մասնակի փոխարինումը տեղական վերականգնվող կամ թափոնային ցածրպոտենցիալային (5...40°C) ջերմության աղբյուրներով (արդյունաբերական և կենցաղային հոսքաջրեր, երկրաջերմային աղբյուրներ, գետերի և լճերի ջերմություն և այլն) էներգախնայողության և շրջակա միջավայրի պաշտպանության հեռանկարային ուղղություն է [1]: Դա հատկապես արդիական է Հայաստանի հանգստյան գոտիների համար:

Փորձը ցույց է տվել, որ ջերմամատակարարման ինքնավար համակարգերը ջերմային պոմպերի (ՋՊ) հիման վրա $t_{տաք} < 65^{\circ}\text{C}$ ջերմակրի ջերմաստիճանի դեպքում ջեռուցվող շինություններում ապահովում են պահանջվող հարմարավետ պայմանները ջեռուցման ողջ սեզոնի ընթացքում: Արտասահմանում շահագործման արդյունաբերական փորձնական ռեժիմում հետազոտվել և կատարելագործվել են ջերմամատակարարման որոշակի տեխնոլոգիաներ ցածրպոտենցիալային ջերմության առավել տարածված աղբյուրների՝ մաքրված և չմաքրված