



ՀՀ կրթության գիտության
մշակույթի և սպորտի
նախարարություն



Մասնագիտական
կրթության և ուսուցման
զարգացման ազգային կենտրոն



Եվրոպական
Միություն



ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՅԻՆ ՊԱՇՏՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆ



(Ուսումնական ձեռնարկ)

Ս. Հովհաննիսյան

«ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ԵՎ
ՆՈՐԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԿԵՆՏՐՈՆ»
ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ

ՍԻՐՈՒՇ ԲԱԴԻԼԻ ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՅԻՆ
ՊԱՇՏՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՁԵՌՆԱՐԿ

ԵՐԵՎԱՆ 2024

ՀՏԴ 614.876(07)
ԳՄԴ 51.265g7
Հ 854

Հովհաննիսյան Ս. Բ.
Հ 854

Ճառագայթային պաշտպանություն: Ուսումնական
ձեռնարկ / Ս. Բ. Հովհաննիսյան.- Եր.: ԿԶՆԱԿ, 2024.

ՀՏԴ 614.876(07)
ԳՄԴ 51.265g7

ISBN 978-9939-1-1995-3

©ԿԶՆԱԿ, 2024

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ.....	6
Միջուկային էներգիայի բացահայտման և օգտագործման ոլորտի իրադարձությունների ժամանակագրությունը.....	8
ԳԼՈՒԽ 1. ԻՈՆԱՅՆՈՂ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ.....	10
1.1. Հասկացություն իոնացնող և ոչ իոնացնող ճառագայթների մասին..	10
1.2. Ատոմային միջուկների զանգված և լիցք: Զանգվածի թիվ: Իզոտոպներ: Միջուկի կառուցվածքը.....	11
1.3. Ռադիոակտիվ փոխակերպումներ: Ռադիոակտիվ ճառագայթների հատկությունները.....	13
1.4. Ռադիոակտիվ տրոհման օրենքը: Կիսատրոհման պարբերություն.....	17
1.5. Միջուկային ռեակցիաներ: Շղթայական ռեակցիա.....	19
1.6. Ռադիոակտիվության չափման միավորները (դոզաչափություն).....	22
Թեստեր 1-ին գլխի վերաբերյալ.....	28
Հարցաշար 1-ին գլխի վերաբերյալ.....	32
ԳԼՈՒԽ 2. ՌԱԴԻՈԱԿՏԻՎ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ԿԵՆՍԱՐԱՆԱԿԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	33
2.1. Պատմական ակնարկ.....	33
2.2. Իոնացնող ճառագայթման փոխազդեցությունը նյութի հետ.....	37
2.3. Ճառագայթազգայունություն (ռադիոզգայունություն).....	38
2.4. Ներքին և արտաքին ճառագայթման առանձնահատկությունները...	40
2.5. Դետերմինացված և ստոխաստիկ էֆեկտներ.....	42
2.6. Իոնացնող ճառագայթների ազդեցությունը կենսաբանական հյուսվածքների վրա.....	44
2.7. Իոնացնող ճառագայթների ազդեցությունը կենսաբանական համակարգերի վրա.....	50
2.8. Ճառագայթման նորմավորման սկզբունքները.....	52
Թեստեր 2-րդ գլխի վերաբերյալ.....	54
Հարցաշար 2-րդ գլխի վերաբերյալ.....	56
ԳԼՈՒԽ 3. ՌԱԴԻՈԱԿՏԻՎ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԸ.....	57
3.1. Ռադիոակտիվ ճառագայթման բնական աղբյուրները.....	57
3.2. Ռադիոակտիվ ճառագայթման արհեստական աղբյուրները.....	59
3.3. Միջուկային զենքի փորձարկման հետևանքները.....	60
3.4. Վթարներ ռադիոակտիվ վտանգավոր օբյեկտներում.....	61
Թեստեր 3-րդ գլխի վերաբերյալ.....	63
Հարցաշար 3-րդ գլխի վերաբերյալ.....	64
ԳԼՈՒԽ 4.ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱ.....	65

4.1.	Միջուկային էներգետիկայի օբյեկտների բնութագրերը: Ճառագայթային վտանգավոր օբյեկտների դասակարգումը.....	65
4.2.	Միջուկային ռեակտոր, ղեկավարվող շղթայական ռեակցիա.....	67
4.3.	Ատոմային էլեկտրակայանների դասակարգումը.....	69
4.4.	Միջուկային ռեակտորների աշխատանքների վերլուծությունը.....	72
4.5.	Ճառագայթային վթար.....	80
4.6.	Ատոմային էլեկտրակայաններում տեղի ունեցող վթարների առանձնահատկությունները.....	88
	Թեստեր 4-րդ գլխի վերաբերյալ.....	91
	Հարցաշար 4-րդ գլխի վերաբերյալ.....	93
	ԳԼՈՒԽ 5. ԱՆՎՏԱՆԳ ԱՏՈՄԱՅԻՆ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՅԱՆՆԵՐ.....	94
5.1.	Ատոմային էլեկտրակայանների անվտանգության սկզբունքները.....	94
5.2.	Հիմնական չափանիշները և սահմանները.....	95
5.3.	Ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտի նախագիծը	97
5.4.	Նորմալ շահագործման սահմանները.....	98
	Հարցաշար 5-րդ գլխի վերաբերյալ.....	100
	ԳԼՈՒԽ 6. ԲՆԱԿՉՈՒԹՅԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՅԻՆ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ԱՊԱՀՈՎՄԱՆ ՊԱՀԱՆՋՆԵՐԸ.....	101
6.1.	Ճառագայթային անվտանգության հիմնական պահանջները.....	101
6.2.	Անվտանգությունը ճառագայթային վթարների դեպքում.....	102
6.3.	Ատոմային էլեկտրակայանի շրջակայքում վթարային պլանավորման գոտիների սահմանում.....	104
6.4.	Բնակչության պաշտպանական միջոցառումները.....	105
6.5.	ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում ճառագայթային հսկողության իրականացման առանձնահատկությունները.....	110
6.6.	Ճառագայթային պաշտպանության ռեժիմ.....	112
6.7.	Ճառագայթային հետախուզություն: Ճառագայթային միջավայրի հայտնաբերումը և գնահատումը.....	114
6.8.	Վթարային իրավիճակի մշտադիտարկում.....	115
6.9.	Ճառագայթային իրավիճակի հսկողությունը ՀԱԷԿ-ի վթարի կամ դրա իրական սպառնալիքի դեպքում.....	116
	Թեստեր 6-րդ գլխի վերաբերյալ.....	121
	Հարցաշար 6-րդ գլխի վերաբերյալ.....	124
	ԳԼՈՒԽ 7. ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՅԻՆ ՎԱՐԱԿԱԾ ԳՈՏՈՒ ՎԱՐԱԿԱԶԵՐԾՄԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ.....	125
7.1.	Ռադիոակտիվ աղտոտում.....	125
7.2.	Ապակտիվացում.....	126
7.3.	Ճառագայթային անվտանգության անցակետեր և պաշտպանիչ անցախցեր.....	130
		134

Թեստեր 7-րդ գլխի վերաբերյալ.....	135
Հարցաշար 7-րդ գլխի վերաբերյալ.....	135
ԳԼՈՒԽ 8. ՌԱԴԻՈԱԿՏԻՎ ՎՏԱՆԳԱՎՈՐ ԳՈՏՈՒՄ	
ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՀՈՂԱՏԵՍՔԵՐԻ ԵՎ ԲԱՑ ԶՐԱՅԻՆ ԱՎԱԶԱՆՆԵՐԻ ՊԱՇՏՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	136
8.1. Ատոմային էլեկտրակայաններ և շրջակա միջավայրը.....	136
8.2. Ճառագայթային վարակված տարածքներում գյուղատնտեսական նշանակության հողատեսքերի պաշտպանությունը.....	138
8.3. Ռադիոակտիվ վարակված տարածքում բուսաբուծության իրականացման միջոցառումներ.....	139
8.4. Գյուղատնտեսական հիմնական միջոցառումների անցկացման մարտավարության մշակում.....	140
8.5. Գյուղատնտեսական հիմնական միջոցառումներ: Գիտական հիմքեր և գործնական կիրառում.....	142
8.6. Զրապահպանական միջոցառումները ռադիոակտիվ վտանգավոր գոտում.....	143
Թեստեր 8-րդ գլխի վերաբերյալ.....	149
Հարցաշար 8-րդ գլխի վերաբերյալ.....	151
ԳԼՈՒԽ 9. ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՅԻՆ ԻՐԱՎԻՃԱԿԻ ՀՍԿՄԱՆ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՄԻՋՈՑՆԵՐ.....	152
9.1. Ճառագայթային հսկողության սարքեր.....	152
9.2. Ճառագայթային իրավիճակի հայտնաբերման տեխնիկական միջոցներ.....	157
Թեստեր 9-րդ գլխի վերաբերյալ.....	164
Հարցաշար 9-րդ գլխի վերաբերյալ.....	165
ՀԱՊԱՎՈՒՄՆԵՐ.....	166
ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ.....	167
ՀԱՎԵԼՎԱԾՆԵՐ.....	171

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ատոմային էներգիան էլեկտրաէներգիայի աշխարհի պահանջարկի բավարարման կարևորագույն աղբյուրն է: Ակնհայտ է, որ այն բավականին ակտիվ զարգացող ոլորտ է:

Ինչպես արդյունաբերության մյուս ոլորտները, այնպես էլ ծանր միջուկների տրոհման օգտագործումը (մասնավորապես՝ ռադիոակտիվ նյութ), որպես էներգիայի աղբյուր, ուղեկցվում է վնասակար գործոնների առաջացումով, որոնք վտանգավոր են ինչպես մարդու, այնպես էլ շրջակա միջավայրի համար: Պոտենցիալ ամենամեծ վտանգն իրենից ներկայացնում է ռադիոակտիվ աղտոտումը:

Բոլոր ռադիոէկոլոգիական փաստերը վկայում են, որ կենսոլորտի ամենազգայուն օղակը ճառագայթման նկատմամբ համարվում է մարդը, այսինքն բնակչությանը սահմանվածից ավելի ճառագայթահարումից պաշտպանելը կենսոլորտի ճառագայթային անվտանգության պահպանության հիմնական հարցն է:

Ռադիոակտիվությունը նոր երևույթ չէ և կապել նրա առկայությունն ատոմային էլեկտրակայանների կառուցման կամ միջուկային գենքի ստեղծման հետ սխալ է: Այն գոյություն է ունեցել երկրի վրա շատ ավելի վաղ, քան կյանքն է առաջացել: Տիեզերքի առաջացման պահից (արդեն 20 միլիարդ տարի) ճառագայթումն անընդհատ տարածվում է տիեզերքում:

Ռադիոակտիվությունը երևույթը մարդը չի տեսնում, չի զգում, բայց նրան հայտնի է, որ այն կարող է հիվանդության, անգամ մահվան պատճառ դառնալ, որն էլ որոշ մարդկանց մոտ առաջացնում է վախի զգացում:

Ինչպես է ազդում ռադիոակտիվ ճառագայթումը մարդու և շրջակա միջավայրի վրա: Ճառագայթումն իսկապես վտանգավոր է, եթե քանակությունը մեծ է և կարող է առաջացնել հյուսվածքների, կենդանի բջիջների քայքայում, իսկ փոքր չափաբաժինների դեպքում՝ քաղցկեղային հիվանդություններ և խթանել գենետիկական փոփոխություններին:

Ուսումնական ձեռնարկի նպատակն է՝ տալ հիմնական տեղեկատվություն բնակչության ճառագայթային անվտանգության, կազմակերպչական և ինժեներական միջոցառումների մասին՝ շրջակա միջավայրում ճառագայթային ազդեցությունը նվազեցնելու

համար: Ուսումնական ձեռնարկը պարունակում է նաև միջուկային օբյեկտներում վթարի դեպքում ճառագայթահարման իրավիճակի կանխատեսման և գնահատման մեթոդները, բնակչության ճառագայթային պաշտպանության ձևերն ու միջոցառումները:

Ուսումնական ձեռնարկը գրելիս հաշվի է առնվել այն հանգամանքը, թե ճգնաժամային կառավարման պետական ակադեմիայի միջին մասնագիտական կրթական ծրագրի (քոլեջի) շրջանավարտներին ճառագայթային պաշտպանության բնագավառում ինչպիսի պահանջներ են ներկայացվում, ինչպես նաև՝ մինչև այս դասընթացի ուսուցումը ո՞ր դասընթացներն են արդեն յուրացվել. ինչպիսիք են՝ «Ֆիզիկա», «Էլեկտրատեխնիկա», «Արտակարգ իրավիճակների հիմունքներ», «Քաղաքացիական պաշտպանության հիմունքներ», «Ճգնաժամային կառավարում» և մասնագիտական մի շարք այլ դասընթացներ:

Ուսումնական ձեռնարկի ծավալը համապատասխանում է միջին մասնագիտական կրթական ծրագրի՝ «Ճառագայթային պաշտպանություն» դասընթացի ծրագրին, իսկ ընդգրկված նյութը բավարարում է ուսումնական ծրագրերի պահանջները:

Միջուկային էներգիայի բացահայտման և օգտագործման ուրուտի իրադարձությունների ժամանակագրությունը

- 1895 թ. – 1895 թ. նոյեմբերի 8-ին Վյուրցբուրգի համալսարանի պրոֆեսորը՝ գերմանացի ֆիզիկոս Վիլիելմ Կոնրադ Ռենտգենը հայտնաբերել է անհայտ իքս-ճառագայթները, որոնք այնուհետև անվանվել են ռենտգենյան:
- 1896 թ. – Ֆրանսիացի ֆիզիկոս Անրի Բեքերելն ուրանի աղերի ֆոսֆորեսցենցիան ուսումնասիրելիս պատահաբար բացահայտել է ուրանի բնական ռադիոակտիվությունը:
- 1897 թ. – Անգլիացի ֆիզիկոս Ջոզեֆ Թոմսոնը հայտնագործել է էլեկտրոնը:
- 1898 թ. – Պ. Կյուրիի և Մ. Սկլոդովսկու-Կյուրի կողմից հայտնաբերվել է պոլոնիումի և ռադիումի ռադիոակտիվ հատկությունները:
- 1899 թ. – Է. Ռեզերֆորդը բացահայտել է իոնացնող ալֆա- և բետա-ճառագայթները:
- 1900 թ. – Պ. Վայները բացահայտել է գամմա-ճառագայթը:
- 1911 թ. – Է. Ռեզերֆորդը բացահայտել է ատոմի միջուկը:
- 1922 թ. – Վ.Ի. Վերնադսկին առաջին անգամ առաջարկել է՝ ատոմի քայքայման ժամանակ առաջացած էներգիան օգտագործել որպես էներգիայի աղբյուր կամ որպես ինքնառջնչացման աղբյուր (ատոմային զենք):
- 1928 թ. – Ա. Նադսոնը և Գ. Ֆիլիպովը բացահայտել են կենդանի օրգանիզմների վրա ճառագայթման մուտագենետիկ ազդեցությունը:
- 1932 թ.– Բրիտանացի ֆիզիկոս Դ. Չադվիգը հայտնաբերել է նեյտրոնները:
- 1934 թ.– Ի. և Ֆ. Ժոլիո-Կյուրիները հայտնագործեցին արհեստական ռադիոակտիվությունը:
- 1934 թ.– Բորն առաջինն է ստեղծել ատոմի կառուցվածքի արդի մոդելը:
- 1934 – Ֆերմը, Ժոլիո-Կյուրին, Կովառսկին բացահայտել են, որ
- 1937թթ. – միջուկի տրոհման ժամանակ, առանձնանում են ազատ նեյտրոններ, որոնք առաջացնում են շղթայական ռեակցիա:
- 1938 թ.– Գերմանացի ֆիզիկոսներ Օ. Հանը և Ֆ. Շտրասմանը հայտնաբերեցին դանդաղ նեյտրոնների ազդեցությամբ ուրանի միջուկների ճեղքման երևույթը:

- 1942 թ. – Իտալացի ֆիզիկոս Էնրիկո Ֆերմիի ղեկավարությամբ է ԱՄՆ-ում առաջին անգամ իրականացվել ուրանի ճեղքման շղթայական ռեակցիան:
- 1942 թ. – Ա. Էյնշտեյնը և այլ ֆիզիկոսներ մշակել են ատոմային ռումբի ստեղծման նախագիծը:
- 1942 թ. – Է. Ֆերմին և իր աշխատակիցները կառուցել են առաջին միջուկային ռեակտորը:
- 1945 թ. – ԱՄՆ-ում իրականացվել է առաջին ատոմային ռումբի փորձարկումը:
- 1946 թ. – Ի.Վ. Կուրչատովի ղեկավարությամբ ՍՍՀՄ-ում իրականացվել է շղթայական ռեակցիայի կառավարումն առաջին միջուկային ռեակտորում:
- 1952 թ. – Խաղաղ օվկիանոսի կղզիներից մեկում ԱՄՆ առաջին անգամ փորձարկել է ջրածնային ռումբը (կղզին անհետացավ Երկրից):
- 1954 թ. – կառուցվել է աշխարհում առաջին ատոմային էլեկտրակայանը Օբինինսկ քաղաքում խորհրդային ֆիզիկոս Ի. Կուրչատովի գլխավորությամբ:
- 1955 թ. – իրականացվել է միջուկային ռեակտորի գործարկումն առաջին միջուկային սուզանավի համար:
- 1956 թ. – ՄԱԿ-ում ընդունվել է ՄԱԳԱՏԷ-ի կանոնադրությունը:
- 1976 թ. – շահագործման է հանձնվել առաջին դանդաղ նեյտրոններով աշխատող միջուկային ռեակտորը՝ Մեծամորի հայկական ատոմային կայանը՝
440 ՄՎտ հզորությամբ:

ԳԼՈՒԽ 1.

ԻՈՆԱՑՆՈՂ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

1.1. Հասկացություն իոնացնող և ոչ իոնացնող ճառագայթների մասին

Նյութական միջավայրով ճառագայթների անցումն ուղեկցվում է միջավայրի ատոմների ու մոլեկուլների հետ դրանց փոխազդեցություններով: Փոխազդեցությունները կարող են կատարվել տարբեր մեխանիզմներով՝ պայմանավորված հիմնարար փոխազդեցություններին ճառագայթների մասնակցության բնույթով և դրանց էներգիաներով: Իսկ փոխազդեցությունների արդյունքում միջավայրի ատոմները և մոլեկուլները կարող են չենթարկվել կամ ենթարկվել միջուկային փոխակերպումների և ենթարկվել իոնացման: Որպես չափանիշ ընդունելով նյութական միջավայրի հետ փոխազդեցության արդյունքում ատոմների իոնացումը՝ ճառագայթները դասակարգվում են երկու խմբի՝

1. ոչ իոնացնող
2. իոնացնող

Ճառագայթները կոչվում են **ոչ իոնացնող**, եթե նյութական միջավայրով դրանց անցումը չի հանգեցնում ատոմների իոնացման: Դրանք այն ճառագայթներն են, որոնք անմիջականորեն չեն մասնակցում էլեկտրամագնիսական փոխազդեցություններին, նաև այն ճառագայթները, որոնց կողմից փոխազդեցության ընթացքում ատոմին փոխանցվող էներգիայի չափը փոքր է էլեկտրոնների էլքի աշխատանքից: Ոչ իոնացնող ճառագայթների դասին են պատկանում ռադիոալիքները, սանտիմետրական, ինֆրակարմիր, լուսային և ուլտրամանուշակագույն ճառագայթները:

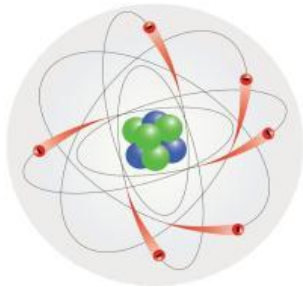
Ճառագայթները կոչվում են **իոնացնող**, եթե ատոմների հետ փոխազդեցությունների արդյունքում դրանց ազդեցության տակ առաջանում են իոն-էլեկտրոն զույգեր, իսկ մոլեկուլների հետ փոխազդեցությունների արդյունքում՝ դրական իոն, բացասական իոն զույգեր: Իոնացնող ճառագայթների դասին են պատկանում լիցքավորված տարրական մասնիկները, քիմիական տարրերի արագացված իոնները, ինչպես նաև նեյտրոնները, ռենտգենյան և Գ-ճառագայթները: Վերջիններս, ի տարբերություն լիցքավորված մասնիկների, իրենց շուրջը էլեկտրական դաշտ չեն ստեղծում և ատոմների անմիջական իոնացում ու մոլեկուլների դիսոցում չեն

առաջացնում: Դրանց կողմից իոնացման գործընթացները միջտրոպավորված են երկրորդային լիցքավորված մասնիկների միջոցով, որոնք առաջանում են միջավայրի ատոմների և ատոմային միջուկների հետ նշված էլեկտրաչեզոք մասնիկների բախումների արդյունքում: Միջուկային և տարրական մասնիկների փորձարարական ֆիզիկայում, կիրառական միջուկային ֆիզիկայում (հատկապես ճառագայթման հոսքերի գրանցման առումներով) հետաքրքրություն են ներկայացնում իոնացնող ճառագայթները:

1.2. Ատոմային միջուկների զանգված և լիցք: Զանգվածի թիվ: Բզոտոններ: Միջուկի կառուցվածքը

Նյութերը կազմված են անընդհատ շարժման մեջ գտնվող մանրագույն մասնիկներից՝ մոլեկուլներից, իսկ մոլեկուլները կազմված են ատոմներից: Ատոմն իր հերթին կազմված է 3 հիմնական տարրական մասերից՝ պրոտոններից, նեյտրոններից և էլեկտրոններից:

20-րդ դարի սկզբին հաստատվեց, որ ունենալով բարդ կառուցվածք, ատոմները բաղկացած են ավելի պարզ մասնիկներից: 1897թ.-ին անգլիացի ֆիզիկոս Ջոզեֆ Թոմսոնը հայտնագործեց էլեկտրոնը՝ ատոմի առաջին տարրական մասնիկը: Էլեկտրոնի զանգվածն ամենաթեթև ատոմի (ջրածնի ատոմի) զանգվածից փոքր է մոտ 1840 անգամ:



Ամերիկացի ֆիզիկոս Է. Ռեզերֆորդը բացահայտեց, որ ատոմը բաղկացած է միջուկից, որում կենտրոնացված են նրա ամբողջ դրական լիցքն ու գրեթե ամբողջ զանգվածը: Միջուկի շուրջ տարբեր ուղեծրերով պտտվում են *էլեկտրոնները*: Դրանց շարժման տարածքն անվանում են էլեկտրոնային ամպ: Էլեկտրոնի լիցքը բացասական է:

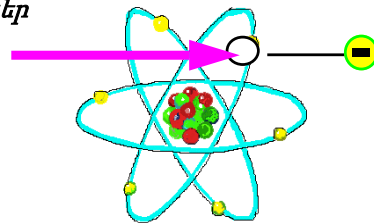
Պրոտոնները և նեյտրոնները գտնվում են ատոմի միջուկում: Պրոտոնն ունի դրական լիցք, գտնվում է ատոմի միջուկում, որի զանգվածը 1834 անգամ մեծ է էլեկտրոնի զանգվածից: *Նեյտրոնը* էլեկտրական չեզոք նյութական մաս է, որը մոտավորապես հավասար է պրոտոնի զանգվածին:

Նեյտրոնները, ինչպես և պրոտոնները տեղաբաշխված են միջուկում, բայց դրանք լիցք չունեն: Նեյտրոններն ապահովում են ատոմի կայունությունը:

Ամենապարզագույն ատոմը ջրածնի ատոմն է, որի միջուկի շուրջը պտտվում է ընդամենը մեկ էլեկտրոն: Պարզ է, որ ջրածնի ատոմի միջուկի դրական լիցքը բացարձակ արժեքով պետք է հավասար լինի էլեկտրոնի լիցքին: Ջրածնի ատոմի այդ միջուկին վերագրվել է պրոտոն անվանումը:

Ավելի բարդ կառուցվածք ունեն ծանր քիմիական տարրերի ատոմները՝ ուրանը, պլուտոնիումը և այլն: Օրինակ, ուրանի միջուկը պարունակում է 238 միջուկային մաս, որից՝ 92 պրոտոն, 146 նեյտրոն: Միջուկի շուրջ պտտվում է 92 էլեկտրոն: Ցանկացած քիմիական տարրում յուրաքանչյուր էլեկտրոն շարժվում է որոշակի շառավղով: Մովորական վիճակում քիմիական տարրերում ատոմները կայուն համակարգեր են: Ատոմից էլեկտրոն անջատելու համար, անհրաժեշտ է ծախսել էներգիա, որն ընդունված է անվանել կապի էներգիա: Վերջինս կախված է միջուկի և էլեկտրոնի միջև եղած հեռավորությունից: Որքան մոտ է էլեկտրոնը միջուկին, այնքան մեծ է նրանց կապի էներգիան: Եվ հակառակը, որքան հեռու է էլեկտրոնը միջուկից, այնքան փոքր է կապի էներգիան: Ատոմի միջուկից էլեկտրոն անջատելու համար, անհրաժեշտ է նրան տալ կապի էներգիային հավասար, կամ նրանից մեծ էներգիա: Ատոմից էլեկտրոն անջատելու երևույթը ստացել է *իոնացում* անվանումը:

Իոնացնող ճառագայթներ



Իոնացումը չի փոխում բնական քիմիական տարրերը, բայց զգալիորեն ազդում է դրանց ֆիզիկական բաղադրության վրա: Օրինակ՝ կենդանի օրգանիզմի հյուսվածքների իոնացումը բերում է հյուսվածքների քայքայում կամ ոչնչացնում, որն էլ կարող է բերել ողջ մարմնի հիվանդացման: Իոնացնող ճառագայթներն ունեն բավականաչափ էներգիա էլեկտրոնը պոկելու և իոնացում

առաջացնելու համար:

Քանի որ ցանկացած ատոմ էլեկտրականապես չեզոք է, ուստի միջուկը պետք է ունենա դրական էլեկտրական լիցք՝ հավասար ատոմի բոլոր էլեկտրոնների լիցքերի գումարի արժեքին: Պրոտոնների քանակը որոշում է միջուկի լիցքը, իսկ պրոտոնների և նեյտրոնների ամբողջ քանակը հիմնականում որոշում է միջուկի զանգվածը և կոչվում է զանգվածային թիվ՝ նշանակվում A-ով: Միջուկը կազմող մասնիկներին (պրոտոն և նեյտրոն) անվանում են *նուկլոններ*:

Ատոմի միջուկի համար կարևոր բնութագրիչներ են համարվում դրա դրական Z թիվը և m զանգվածը: Միջուկի զանգվածը կազմում է ատոմի զանգվածի ավելի քան 99,94%-ը: Տվյալ քիմիական տարրերի միջուկը կարող է ունենալ միևնույն լիցքը, բայց տարբեր զանգվածներ: Այդպիսի ատոմներին անվանում են *իզոտոպներ*:

Ատոմի միջուկի լիցքերի Z թիվը միշտ էլ ամբողջ թիվ է և հավասար է միջուկում եղած պրոտոնների թվին: Z-ը համընկնում է Դ.Ի. Մենդելեևի պարբերական համակարգում եղած քիմիական տարրերի կարգաթվին:

Քիմիական տարրերն իրարից տարբերելու համար դրանց տվյալները գրվում են հետևյալ կերպ՝ ինդեքսի տեսքով ցույց է տրվում ատոմի կարգաթիվը՝ Z-ը և զանգվածաթիվը՝ A-ն: Օրինակ՝ ${}^{92}\text{U}^{238}$ ՝ ուրան՝ ատոմի միջուկ, 92 հերթական համարով և 238 զանգվածաթիվով (այսինքն Z=92, A=238): Երբեմն էլ այն գրվում է առանց ատոմի միջուկում եղած պրոտոնների թվի, օրինակ՝ ${}^{238}\text{U}$: Բնության մեջ տվյալ քիմիական տարրը հանդիպում է իր տարբեր իզոտոպների խառնուրդի ձևով: Միջուկի իզոտոպները կոչվում են *նուկլիդներ*:

1.3. Ռադիոակտիվ փոխարկումներ: Ռադիոակտիվ ճառագայթների հատկությունները

Հայտնի է, որ միջուկները բաղկացած են պրոտոններից և նեյտրոններից: Պրոտոններն ունեն դրական լիցք և իրար հետ փոխազդում են կուլոնյան վանողական ուժերով: Բոլոր պրոտոնների պոտենցիալ էներգիաների գումարը, որպես հսկայական միջուկային

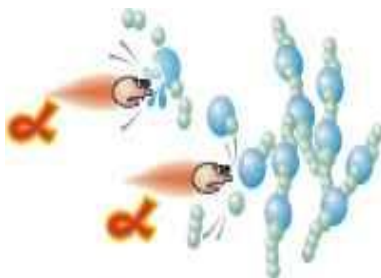
Էներգիա, թաքնված ձևով պահեստավորված է միջուկում: Քանի որ միջուկները հիմնականում կայուն են, նշանակում է, միջուկում նուկլոնները պահվում են ինչ-որ ուժերով: Դրանք էլեկտրամագնիսական լինել չեն կարող, քանի որ պրոտոնները, նույնանուն լիցք ունենալով, պետք է իրար վանեն և ոչ թե ձգեն, իսկ նեյտրոնները լիցք չունեն: Նուկլոնների միջև գործում են հատուկ ուժեր, որոնց անվանում են միջուկային ուժեր: Պարզվում է, որ երկու պրոտոնների միջև գործող միջուկային ուժը մոտ 100 անգամ մեծ է նրանց կուլոնյան վանողական ուժից: Դրանք բնության «ամենահզոր» ուժերն են, որի պատճառով էլ միջուկային մասնիկների փոխազդեցությունները կոչվում են ուժեղ փոխազդեցություններ: Միջուկային ուժերով պայմանավորված նուկլոնների փոխազդեցության էներգիան կոչվում է միջուկների կապի էներգիա:

Մեծ թվով քիմիական տարրերի ատոմները կայուն են: Այդպիսի ատոմների միջուկները ցանկացած ֆիզիկական պայմաններում և քիմիական փոխարկումներում պահպանում են իրենց կազմությունը:

Բնության մեջ կան ոչ մեծ քանակությամբ քիմիական տարրեր, որոնց ատոմի միջուկն անկայուն է՝ տրոհվում է, այն էլ ինքնակամ: Այն ընթանում է անստեսանելի ճառագայթների արձակումով: Այդ երևույթը կոչվում է ռադիոակտիվություն, որն առաջացել է լատիներեն «ռադիոս» (ճառագայթ) բառից: Այդպիսի հատկություն ունեցող քիմիական տարրերը կոչվում են *ռադիոակտիվ (ճառագայթասակտիվ)*:

Սահմանված են քիմիական տարրերի ատոմի միջուկի ռադիոակտիվ փոխարկման հետևյալ տեսակները՝ ալֆա (α)-տրոհում, բետա (β)-տրոհում, էլեկտրոնների զավթում, ատոմի միջուկի սպոնտան (ինքնակամ) կիսում:

Ալֆա տրոհում:



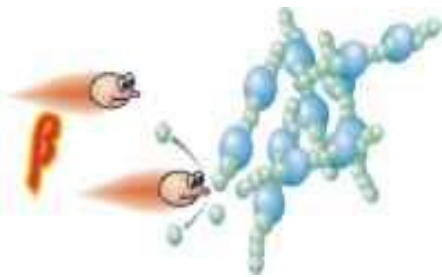
Միջուկների α -տրոհման ժամանակ թողարկվում են α -մասնիկներ, որոնք ունենում են նույնպիսի զանգված և լիցք, ինչպես հելիում (He) քիմիական տարրի միջուկը: α -տրոհման ժամանակ միջուկը սկզբնական շրջանում փոխակերպվում է նոր քիմիական տարրի միջուկի, որի լիցքը սկզբնականից փոքր է 2, իսկ զանգվածային թիվը՝ 4 միավորով: α -տրոհումը բնորոշ է հիմնականում բնական

ռադիոակտիվ տարրերին, որոնց կարգաթիվը՝ Z-ը, մեծ է 83-ից, ինչպիսիք են՝ ուրանը, թորիումը և այլն: Թռչող α -մասնիկներն իրենց ճանապարհին բազմակի անգամ առնչվում են ատոմային միջավայրին և առաջ են բերում դրանց իոնացում: α -մասնիկի սկզբնական արագությունը համապատասխանում է 10-20 հազար կմ/վրկ. սահմաններին: Նման արագության դեպքում դրանց կինետիկ էներգիան հասնում է 4-10 ՄՎտ-ի: α -մասնիկի 1 սմ վազքի դեպքում օդում տարբերվում են միջինը 30 հազար զույգ իոններ: α -մասնիկների շարժման ճանապարհներին զույգ իոնների քանակը ինչքան մեծ է, այնքան մեծ է դրա էներգիան: α -մասնիկն իր վազքի վերջում իրեն է միացնում 2 ազատ էլեկտրոն և փոխակերպվում հելիումի ատոմի:

Ալֆա ճառագայթում՝ միջուկային փոխակերպումների ժամանակ առաջացող ալֆա մասնիկներով (հելիումի միջուկներով) իոնացնող ճառագայթում է:



Բետա տրոհում: β -տրոհումը հանդես է գալիս 2 տեսքով՝ β^- -տրոհում ատոմի միջուկի էլեկտրոնի (β^- -մասնիկի) արտանետումով և β^+ -տրոհում ատոմի միջուկի մեկ պոզիտրոնի (հակաէլեկտրոն՝ նյութական մասնիկ, որը բացարձակ մեծությամբ հավասար է էլեկտրոնի լիցքին) արձակումով (β^+ -մասնիկ): Ատոմի զանգվածաթիվը β -տրոհման ժամանակ չի փոխվում, իսկ միջուկի լիցքը մեծանում է թողարկվող էլեկտրոնների շնորհիվ և փոքրանում է պոզիտրոնների թողարկման շնորհիվ: Էլեկտրոնների β -տրոհման ժամանակ նեյտրոններից մեկը փոխակերպվում է պրոտոնի թողարկման ճանապարհով:



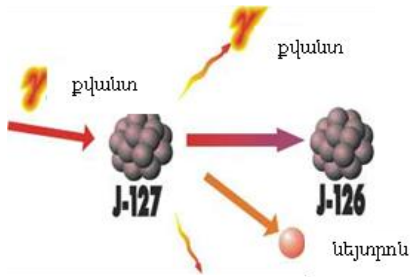
Պոզիտրոնային β -տրոհման ժամանակ ատոմի միջուկի պրոտոններից մեկը փոխակերպվում է նեյտրոնի: β -մասնիկը կարող է տիրապետել 1 էլեկտրոնվոլտից մինչև մի քանի միլիոն էլեկտրոնվոլտ բաժին: β -մասնիկի արագությունը, որպես կանոն, գերազանցում է α -մասնիկի արագությանը և երբեմն հասնում է լույսի տատանման արագությանը: Այսպես՝ 3 ՄՎտ էներգիայի դեպքում β -մասնիկն

ունենում է 297 հազար կմ/վրկ. արագություն: Ատոմային միջավայրում, ինչպես β^- , այնպես էլ β^+ մասնիկներն իրենց էներգիան ծախսում են իոնացման վրա: Բայց β^- մասնիկի իոնացման կարողությունը զգալի փոքր է: β^- մասնիկի, կախված իր իսկ էներգիայից, վազքի դեպքում տարբերվում է 40-ից մինչև 150 զույգ իոն: Այդ իսկ պատճառով, β^- ճառագայթման թափանցելիության կարողունակությունը 50-100 անգամ մեծ է α -մասնիկի թափանցելիության կարողունակությունից:

Բետա ճառագայթում՝ միջուկային փոխակերպումների ժամանակ առաջացող անընդհատ էներգետիկ սպեկտրով էլեկտրոնային և (կամ) պոզիտրոնային իոնացնող ճառագայթում է: Բնութագրվում է սահմանային E_b էներգիայով:



Չամմա ճառագայթում: α - և β -տրոհումները, որպես կանոն ուղեկցվում են գամմա (γ)-ճառագայթումով: Դրանք իրենցից ներկայացնում են շատ մեծ հաճախականության



էլեկտրամագնիսական տատանումներ, որոնք լույսի արագությամբ տարածվում են շրջապատում և միջուկից անջատվում են առանձին բաժինների տեսքով, որոնք կոչվում են γ -քվանտներ կամ ֆոտոններ:

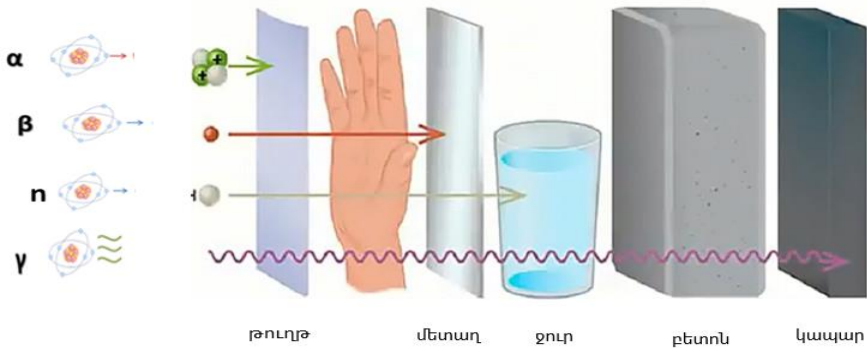
Չամմա ճառագայթում՝ միջուկային փոխակերպումների կամ մասնիկների աննիհիլացման (փոխվերացման) ժամանակ առաջացող էլեկտրամագնիսական իոնացնող ճառագայթումն է: γ -ճառագայթները տարածվում են լույսի արագությամբ, այսինքն՝ 300 հազար կմ/վրկ. արագությամբ: γ -քվանտի էներգիան փոփոխվում է ընդարձակ սահմաններով՝ մի քանի հազարից մինչև 10 և ավելի միլիոն էլեկտրոն-վոլտ: γ -քվանտի փոխազդեցությունը միջավայրի հետ նույնպես ընթանում է նրա ատոմի իոնացումով, որի հետևանքով տեղի է ունենում γ -ճառագայթման աստիճանաբար թուլացում: γ -քվանտի 1 սմ ճանապարհին առանձնանում է ընդամենը մի քանի զույգ իոն:

Էլեկտրոնների զավթում՝ ատոմի միջուկի ինքնակամ փոխա-

կերպում, որն էլեկտրոններ է զավթում ատոմի էլեկտրոնային թաղանթից: Արդյունքում առաջանում է այլ քիմիական տարրի ատոմի միջուկ՝ մեկ միավոր փոքր լիցքով, բայց միննույն զանգվածաթվով:

Ռադիոակտիվ փոխարկման յուրահատուկ տեսակ է համարվում միջուկի ինքնակամ կիսումը, ինչն ինքնակամ տրոհվում է 2 ռադիոակտիվ «բեկորի»: Այդ դեպքում առանձնանում են 2-3 նեյտրոններ: Այդպիսի կիսումը բնորոշ է այն ատոմներին, որոնք ունեն ծանր միջուկներ:

Նկար 1-ում պատկերված է քննարկված ճառագայթների թափանցելիությունը:



Նկ. 1. Ճառագայթների թափանցելիության գծապատկերը

Ատոմի միջուկի ուսումնասիրման ժամանակ գիտնականները հաստատել են, որ Դ.Ի. Մենդելեևի աղյուսակով հայտնաբերված բոլոր քիմիական տարրերը հնարավոր է «ռմբակոծել» միջուկային մասնիկներով (α -մասնիկ և նեյտրոններ): Արդյունքում՝ կայուն միջուկներում α -մասնիկով կամ նեյտրոնով «զավթումը» առաջացնում է քիմիական նոր տարր, ինչը մինչ այդ գոյություն չի ունեցել:

1.4. Ռադիոակտիվ տրոհման օրենքը: Կիսատրոհման պարբերություն

Բնական ռադիոակտիվությունը, որի ժամանակ տեղի է ունենում միջուկի ինքնաբուխ փոխարկում մեկ այլ միջուկի, կոչվում է *ռադիոակտիվ տրոհում* կամ *տրոհում*: Ատոմային միջուկը, որը

ենթարկվում է ռադիոակտիվ տրոհման կոչվում է *մայր միջուկ*: Իսկ նոր միջուկը, որն առաջանում է որպես տրոհման արդյունք, կոչվում է *դուստր միջուկ*: Դուստր միջուկն էապես տարբերվում է մայր միջուկից: Այն նոր առաջացած քիմիական տարրի միջուկ է և կարող է լինել ռադիոակտիվ: Ռադիոակտիվ տարրերի կարևոր բնութագրերից է կիսատրոհման պարբերությունը, որը ժամանակահատված է և տարբեր ռադիոակտիվ տարրերի համար տատանվում է լայն սահմաններում՝ միլիոն հարյուրերորդական վայրկյաններից մինչև միլիոն տարի: Յուրաքանչյուր ռադիոակտիվ տարրի միջուկ տրոհվում է խիստ որոշակի արագությամբ՝ բնորոշ միայն տվյալ տարրին: Պարզ է, որ տրոհման արագությունը կարելի է գնահատել ելնելով միավոր ժամանակում տրոհված միջուկների թվից: Ռադիոակտիվ նյութերի բաղադրությունների ուսումնասիրման ժամանակ սահմանվել է, որ ատոմների ռադիոակտիվ իզոտոպները տրոհվում են հավասարաչափ ժամանակամիջոցում: Այդ ժամանակահատվածն ընդունված է անվանել կիսատրոհման ժամանակահատված՝ $T_{1/2}$: Այսպիսով՝ կիսատրոհման պարբերությունը ժամանակահատված է, որի ընթացքում տրոհվում է ատոմների կեսը, որը գոյություն ունեւ մինչ տվյալ ժամանակահատվածը: Օրինակ՝ ^{238}U -ի կիսատրոհման պարբերությունը հավասար է 4,56 միլիարդ տարի, իսկ կան քիմիական տարրեր, որոնց կիսատրոհման պարբերությունը միկրովայրկյանների հարյուրերորդական մաս է կազմում: Տրոհման պարբերությունն ինքնաբերաբար է, ենթարկվում է որոշակի օրենքների և հնարավոր չէ ոչ արագացնել, ոչ դանդաղեցնել: Մինևույն քանակությամբ ռադիոակտիվ իզոտոպները, որոնք ունեն կիսատրոհման տարբեր պարբերություն, ունեն տարբեր ակտիվություններ: Այն ռադիոակտիվ իզոտոպները, որոնք ունեն կիսատրոհման մեծ պարբերություն, ունեն ավելի քիչ ակտիվություն՝ համեմատած ավելի փոքր կիսատրոհման պարբերություն ունեցող իզոտոպների:

Ադ. 1-ում բերված է մի շարք քիմիական տարրերի միջուկների ռադիոակտիվ տրոհման պարբերությունը:

Աղյուսակ 1.

Քիմիական տարրերի միջուկների ռադիոակտիվ տրոհման պարբերությունը

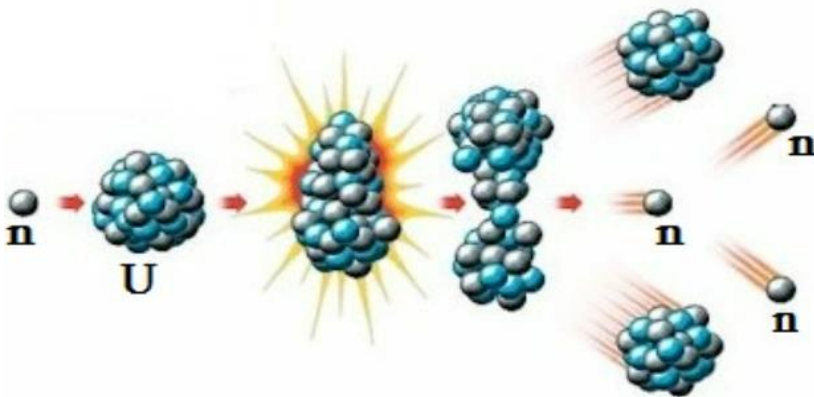
Բզոտոպ	Կիսատրոհման պարբերություն <i>T</i> 1/2	Բզոտոպ	Կիսատրոհման պարբերություն <i>T</i> 1/2
Գերմանիում-77	12 ժ	Ռադոն-222	3,823 օր
Յոդ-131	8 օր	Ցեզիում-134	2,1 տարի
Յոդ-125	56 օր	Ցեզիում-137	30 տարի
Ֆոսֆոր-32	14,3 օր	Պլուտոնիում-239	4,5 x 10 ² տարի
Պոլոնիում-208	2,93 տարի	Ուրան-235	7,1 x 10 ⁸ տարի
Պոլոնիում-209	103 տարի	Ուրան-238	4,5 x 10 ⁹ տարի
Պոլոնիում-210	138,4 օր	Կալիում-40	1,3 x 10 ⁹ տարի
Ստրոնցիում-89	50,5 օր	Անագ-124	1 x 10 ⁷ տարի
Ստրոնցիում-90	28,4 տարի	Ռադիում-226	1,6 x 10 ³ տարի

1.5. Միջուկային ռեակցիաներ: Շթայական ռեակցիա

Միջուկների ճեղքման և ներմիջուկային էներգիայի օգտագործման հարցում մեծ դեր է խաղացել 1934թ.-ին արհեստական ռադիոակտիվության հայտնագործումը: Պարզվել է, որ միջուկները տարրական մասնիկներով ռմբակոծելով կարելի է ստանալ այլ քիմիական տարր, կամ միջուկները ռադիոակտիվ տրոհման հետևանքով կարող են էներգիա արձակել: Միջուկների նման երևույթը տարրական մասնիկների կամ միմյանց հետ ունեցած փոխադեցությունների ժամանակ անվանում են միջուկային ռեակցիա: Տարրական մասնիկը՝ կլանվում է միջուկի կողմից, որի արդյունքում ստացվում է նոր միջանկյալ միջուկ: Դա միջուկային ռեակցիայի առաջին փուլն է: Կլանված մասնիկն իր էներգիան և իմպուլսը հաղորդում է միջուկի բոլոր նուկլոններին: Երկրորդ փուլում այդ միջանկյալ միջուկից դուրս է թռչում մեկ այլ մասնիկ և միջանկյալ միջուկը փոխակերպվում է նոր միջուկի: Դա տեղի է ունենում այն դեպքում, երբ միջանկյալ միջուկի մասնիկների միջև էներգիայի հավասարաչափ բաշխման ընթացքում առաջանում են պատահական շեղումներ, որի հետևանքով միջուկի մասնիկներից ինչ-որ մեկի մոտ կուտակվում է հավելյալ էներգիա, որը բավականացնում է նրան միջուկից դուրս թռչելու համար:

Էներգետիկ տեսակետից, գործնական մեծ նշանակություն ունեն այնպիսի միջուկային ռեակցիաները, որոնք ուղեկցվում են էներգիայի անջատումով: Այդպիսի կարևոր ռեակցիաների թվին են պատկանում ծանր միջուկների տրոհումները, որոնց ժամանակ առաջանում են հավասարաչափ մեծ կինետիկ էներգիաներով օժտված երկու համեմատաբար թեթև միջուկ-բեկորներ:

Պարզվում է, որ ծանր միջուկների տրոհման ժամանակ առաջանում է բավական մեծ էներգիա: Օրինակ՝ ուրանի միջուկի տրոհումից երկու բեկոր առաջանալիս անջատվում է հսկայական միջուկային էներգիա: Էներգիայի մեծ մասը կինետիկ էներգիայի տեսքով տանում է տրոհված միջուկների բեկորները: Ուրանի ճեղքման ժամանակ, էներգիայի անջատումից բացի, առաջանում է 2 կամ 3 նեյտրոն: Այլ կերպ ասած՝ միջուկների տրոհման գործընթացում անընդհատ աճում է ազատ նեյտրոնների թիվը: Ծանր միջուկների տրոհման գործնական նշանակության համար շատ կարևոր է տրոհման յուրաքանչյուր ակտի դեպքում մի քանի նեյտրոնների առաջացումը: Նման դեպքում, եթե այդ նեյտրոններից յուրաքանչյուրն իր հերթին, կլանվի ուրանի հարևան միջուկների կողմից և առաջացնի տրոհման ռեակցիա, ապա արդյունքում կստացվի միջուկների տրոհման ակտերի հեղեղ: Միջուկային այդպիսի ռեակցիան կոչվում է շղթայական, որի ժամանակ յուրաքանչյուր ատոմում աճում է նեյտրոնների թիվը և ստացվում ինքնակամ բաժանման գործընթաց: Շղթայական ատոմային ռեակցիան պատկանում է էկզոթերմիկ դասին, այսինքն ուղեկցվում է էներգիայի անջատմամբ:



Սակայն պարզվել է, որ շղթայական ռեակցիայի իրականացումն այնքան էլ դյուրին չէ: Անհրաժեշտ է ապահովել մի շարք պայմաններ: Օրինակ՝ ուրանը բնության մեջ հանդես է գալիս երկու իզոտոպների ձևով՝ ²³⁸Ս, ²³⁵Ս: Փորձը ցույց է տալիս, որ շղթայական ռեակցիա կարելի է ստանալ միայն ²³⁵Ս-ի օգտագործմամբ: Ուրանի այդ բաղադրիչը հանքանյութից առանձնացնելը կապված է տեխնիկական մեծ դժվարությունների հետ (բնական ուրանի հանքանյութի կազմում 99.3%-ը ²³⁸Ս է, այսինքն՝ 1 տոննայում՝ 993 կգ և միայն 0.7% ²³⁵Ս, այսինքն՝ 1 տոննայում 7 կգ): Այնուհետև ²³⁵Ս-ի միջուկները քայքայվում են ինչպես արագ, այնպես էլ դանդաղ նեյտրոններով ումբակոծելով: Բայց ավելի նպատակահարմար է, որ նեյտրոններն ունենան փոքր էներգիա (0.02 ԷՎ): Սակայն այն նեյտրոնները, որոնք առաջանում են յուրաքանչյուր միջուկի տրոհման ժամանակ, ունենում են շատ մեծ (1 ՄԷՎ-ի հասնող) էներգիա: Ուստի արագաշարժ նեյտրոնները պետք է դանդաղեցնել, որը նույնպես խնդրահարույց է: Այդ խնդիրը լուծվում է դանդաղեցուցիչ նյութերի օգտագործմամբ (ծանր ջուր, գրաֆիտ, բերիլիում) և միջուկների հետ մի շարք բախումների շնորհիվ նեյտրոնները կորցնում են իրենց էներգիայի մեծ մասն ու դանդաղում:

Իրականում ոչ բոլոր նեյտրոններն են կլանվում միջուկների կողմից և պատճառ դառնում դրանց ճեղքման: Ճեղքումից առաջացած նեյտրոնն ունի մեծ արագություն, և այն կարող է շատ արագ դուրս թռչել ուրանի այն կտորից, որում տեղի է ունենում միջուկային ռեակցիան, կամ կլանվել այլ, օրինակ՝ ²³⁸Ս-ի միջուկի (բնական ուրան-238) կողմից: Ուրանի նման կտորը շղթայական ռեակցիայի համար արդյունավետ չէ: Այդ պատճառով օգտագործում են 5%-ով հարստացված ²³⁵Ս: Մյուս կողմից, նմուշի չափերը պետք է լինեն այնպիսին, որ նեյտրոնը դրանից դուրս գալու պահին կլանվի որևէ իզոտոպի կողմից: Ուրանի կտորի այն նվազագույն զանգվածը, որի դեպքում հնարավոր է շղթայական ռեակցիա, կոչվում է կրիտիկական զանգված:

Տրոհվող նյութի ծավալից նեյտրոնների դուրս գալու պատճառով կարևոր են դառնում նյութի ակտիվ «կրիտիկական ծավալ», «կրիտիկական զանգված» և «կրիտիկական չափեր» հասկացությունները: Օրինակ՝ ²³⁵Ս-ի կրիտիկական զանգվածը 47 կգ է: Իսկ եթե այդ ուրանը տեղավորեն նեյտրոնները ետ

անդրադարձնող թաղանթ-պատյանի մեջ, ապա նրա կրիտիկական զանգվածը փոքրանալով կդառնա ընդամենը 242 գ, որը համարվում է ²³⁵Մ-ի հնարավոր փոքրագույն կրիտիկական զանգվածի արժեքը:

Շղթայական ռեակցիաները կարող են լինել կառավարվող և չկառավարվող:

Այսպիսով, եթե ²³⁵Մ-ի զանգվածը փոքր է կրիտիկական զանգվածից, ապա միջուկային ռեակցիան շղթայական բնույթ չի կրում: Հակառակ դեպքում ռեակցիան ընթանում է այնքան մեծ արագությամբ, որն անհնար է որևէ ձևով կառավարել, և որն ի վերջո վերածվում է պայթյունի: Այս սկզբունքի վրա է հիմնված ատոմային ռումբը: Ուրանի 2 կտորները, որոնց զանգվածներն առանձին-առանձին փոքր են կրիտիկական զանգվածից, պահվում են միմյանցից որոշ հեռավորության վրա: Ռումբը գործարկելիս դրանք միանում են, գումարային զանգվածը դառնում է կրիտիկականից մեծ և տեղի է ունենում պայթյուն: Անջատվում է հսկայական ջերմային էներգիա, առաջանում է հարվածային հզոր ալիք և նեյտրոնների γ -ճառագայթման ուժգին հոսք: Իսկ այն դեպքում, երբ տրոհման ենթակա ուրանի զանգվածն աննշան չափով է մեծ նրա կրիտիկական արժեքից, միջուկների բաժանման ռեակցիան դանդաղորեն է ընթանում: Դրանք կառավարվող շղթայական ռեակցիաներ են, որոնք իրականացվում են միջուկային ռեակտորներում էլեկտրաէներգիա ստանալու համար:

1.6. Ռադիոակտիվության չափման միավորները (դոզաչափություն)

Իոնացնող ճառագայթման չափման դեպքում օգտագործում են դոզա (բաժնեչափ) հասկացությունը: Իսկ կենսաբանական օբյեկտների վրա դրանց ազդեցությունը գնահատելու համար օգտագործում են ուղղորդող գործակիցներ:

Էքսպոզիցիոն դոզա: Եթե իոնացնող ճառագայթումը տարածվում է միջավայրում, օրինակ՝ օդում, ապա տեղի է ունենում միջավայրի ատոմների և ճառագայթումը կազմող քվանտների կամ մասնիկների փոխազդեցություն: Որպես ճառագայթման դաշտի բնութագիր օգտագործվում է էքսպոզիցիոն դոզան: Էքսպոզիցիոն դոզան ի սկզբանե սահմանվել է ռենտգենյան ճառագայթների համար: Այն որոշվում է օդի իոնացման չափով և իրենից ներկայացնում է օդի միավոր զանգվածում առաջացած նույնանուն

իոնների էլեկտրական լիցքի գումարն էլեկտրոնային հավասարության պայմաններում.

$$X=dQ/dm: \quad (1)$$

Միավորների միջազգային համակարգում (ՄՀ) էքսպոզիցիոն դոզայի չափման միավորն է Կուլոն/կիլոգրամը (Կլ/կգ), որը համապատասխանում է նորմալ պայմաններում ($T = 0^\circ\text{C}$, $P = 760$ մմ սնդիկի սյուն) 1 կգ օդում յուրաքանչյուր նշանի իոնների այնպիսի քանակի առաջացմանը, որի դեպքում դրանց գումարային լիցքը հավասար է 1 Կլ:

Արտահամակարգում¹ որպես էքսպոզիցիոն դոզայի չափման միավոր օգտագործում են «Ռենտգենը» (Ռ, R).

$$1 \text{ Ռ} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ Կլ/կգ (ճշգրիտ),}$$

$$1 \text{ Կլ/կգ} = 3,88 \times 10^3 \text{ Ռ (մոտավորապես):}$$

Մեկ Ռենտգենը ճառագայթման այն դոզան է, որի դեպքում 1 սմ³ և 760 մմ սնդիկի սյան ճնշման չոր օդում առաջանում է յուրաքանչյուր նշանի էլեկտրաստատիկ լիցքի մեկ միավոր՝ $2.083 \cdot 10^9$ զույգ իոններ (քանի որ արտահամակարգում լիցքի մեկ միավորը հավասար է $4.8 \cdot 10^{-10}$, ապա $1/(4.8 \cdot 10^{-10}) = 2.083 \cdot 10^9$):

Կենսաբանական օբյեկտի համար 1 Ռենտգեն դոզային համապատասխանում է 95 էրգ կլանված էներգիա:

Դոզայի հզորություն կոչվում է միավոր ժամանակում ստացված դոզան (Ռ/ժ):

Կլանված դոզա: Իոնացնող ճառագայթները, կախված տեսակից, տարբեր կերպ են փոխազդում միջավայրի հետ: Սակայն, անկախ փոխազդեցության տեսակից, բոլոր դեպքերում, իոնացնող ճառագայթը նյութին հաղորդում է իր էներգիան ամբողջովին կամ մասամբ, իոնացնում կամ գրգռում է միջավայրի ատոմները:

Ճառագայթման էֆեկտը հիմնականում որոշվում է օբյեկտի կլանած էներգիայով: Ուստի, բնական է դիտարկել օբյեկտի կլանած էներգիան՝ որպես ճառագայթման ազդեցության չափ: Հիմնական դոզիմետրական մեծությունը սահմանվում է որպես միավոր զանգվածին հաղորդված էներգիա և կոչվում է կլանված դոզա:

¹ ՄՀ մեջ չմտնող որոշ միավորներ Չափերի և կշիռների միջազգային բյուրոյի որոշման համաձայն, գործածվում են ՄՀ միավորների հետ համաստեղ:

Կլանված դոզա՝ նյութի միավոր ծավալին իոնացնող ճառագայթմամբ փոխանցված միջին **de** էներգիայի հարաբերությունն է՝ այդ ծավալում եղած նյութի **dm** զանգվածին՝

$$D = de/dm \quad (2):$$

Միավորների միջազգային համակարգում ճառագայթման **կլանված դոզայի** չափման միավորը Ջ/կգ է, որն ունի հատուկ անվանում՝ Գրեյ (Գր, Gr), ի պատիվ անգլիացի ֆիզիկոս Լյուիս Հարոլդ Գրեյի:

1 Գրեյը կլանված դոզայի այնպիսի միավոր է, որի դեպքում 1կգ ճառագայթվող նյութը կլանում է 1 Ջոուլին հավասար էներգիա:

$$1 \text{ Գր} = 1 \text{ Ջ} / 1 \text{ կգ} = 10^4 \text{ էրգ} / \text{գ} = 100 \text{ ռադ} \quad (3):$$

Այդպիսի դոզայի հզորությունը չափվում է Գրեյ/վայրկյաններով (Գր/վրկ.):

Գործնականում օգտագործվում է **կլանված դոզայի** արտահամակարգային չափման միավորը՝ ռադը (rad - radiation absorbed dose: 1 գ ճառագայթող նյութը կլանում է 100 էրգ-ին հավասար էներգիա):

$$1 \text{ ռադ} = 100 \text{ էրգ} = 0,01 \text{ Ջ} / \text{կգ} = 0,01 \text{ Գր} \quad (4):$$

Արտահամակարգում **կլանված դոզայի** հզորությունը չափվում է ռադ/ ժամով կամ ռադ/ վայրկյանով:

Համարժեք դոզա: Համարժեք դոզան կլանված դոզան է օրգանիզմում կամ հյուսվածքում՝ բազմապատկած համապատասխան **WR** կշռային գործակցով,

$$H = D \times WR \quad (5),$$

որտեղ **WR** կշռային գործակիցը որոշում է կենսաբանական վնասվածության չափը՝ կախված ճառագայթման տեսակից:

Համարժեք դոզայի և կշռային գործակցի ներմուծման անհրաժեշտությունը բացատրվում է նրանով, որ կենսաբանական օբյեկտի վրա ճառագայթման ազդեցության աստիճանը որոշվում է ոչ միայն կլանված դոզայով, այլև իոնացնող ճառագայթների միջավայրին հաղորդվող էներգիայի տարածական բաշխումով: Օրինակ՝ α մասնիկներն իրենց ճանապարհին առաջացնում են մեծ խտությամբ իոնացում, իսկ γ ճառագայթները՝ փոքր խտությամբ իոնացում:

Համարժեք դոզայի չափման միավորը ՄՀ-ում Զիվերտն է (ի պատիվ շվեդ ռադիոկենսաբան Ռուդոլֆ Զիվերտի, Չվ, Sv): Մեկ Զիվերտին հավասար ցանկացած տեսակի ճառագայթման համարժեք

դրզան կենսաբանական հյուսվածքում առաջացնում է նույնպիսի կենսաբանական էֆեկտ, ինչպիսին կառաջացնէր 200 կէՎ էներգիայով ռենտգենյան ճառագայթումը:

Համարժէք դրզայի համար արտահամակարգում օգտագործվող միավորն է ռկհ-ն (*ռադի կենսաբանական համարժէք, ճէր-բիոլոգիական էկվիվալէնտ ռադա, rem-rad equivalent in man*)

$$1 \text{ ռկհ} = 0.01 \text{ Ջվ}: \quad (6)$$

Ռադիոակտիվ աղբյուրի ակտիվությունը ֆիզիկական մեծություն է, որը բնութագրվում է ռադիոակտիվ տրոհման թիվը ժամանակի միավորի ընացքում:

Բէքէրէլը (Բք, Bq) ռադիոակտիվ աղբյուրի ակտիվության չափման միավորն է. մէկ վայրկյանի ընթացքում տէղի է ունենում միջինում մէկ ռադիոակտիվ տրոհում:

ՄՀ-ի մյուս չափման միավորներով Բէքէրէլն արտահայտվում է հետևյալ կերպ՝

$$\text{Բք} = \text{վ}^{-1}:$$

Միավորը կոչվել է ֆրանսիացի գիտնական Անտուան Անրի Բէքէրէլի պատվին:

Բէքէրէլը շատ փոքր չափման միավոր է:

Ռադիոակտիվության չափման համար օգտագործվում են նաև արտահամակարգային միավորներ՝ Կյուրին (Կի) և Ռեզերֆորդը (Ռդ):

1 Կյուրին ռադիոակտիվ տարրի միջուկների այնպիսի քանակությունն է, որոնք 1 վայրկյանում տալիս են $3,7 \cdot 10^{10}$ տրոհում:

$$1 \text{ Կի} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Բք (ճշգրիտ)}$$

$$1 \text{ Բք} \approx 2,703 \times 10^{-11} \text{ Կի}:$$

$$1 \text{ Ռդ} = 1 \times 10^6 \text{ Բք (ճշգրիտ)} = 1 \text{ ՄԲք},$$

$$1 \text{ Բք} = 1 \times 10^{-6} \text{ Ռդ (ճշգրիտ)},$$

$$1 \text{ Կի/սմ}^2 = 3,7 \times 10^{14} \text{ Բք/ սմ}^2:$$

Ստորև բերված բոլոր միավորները չափման մեծ միավորներ են, ուստի դրանք արտահայտվում են միավորների մասերով՝ հարյուրերորդականը՝ սանտի, հազարերորդականը՝ միլի և միլիոներորդականը՝ միկրո:

Աղյուսակ 2.

Չոզիմետրիական հիմնական մեծությունները

Տիպիկական մեծություններ	Չափման միավորի անվանումը, նշանակումը		
	ՄՀ	Դրտահամակարգային	Պիավորների միջև կապը
Էքսպոզիցիոն դոզա	Կուլոն/կգ (Կլ/կգ)	Իենսզեն (Ռ, R)	$1 \text{ Ռ} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ Կլ/կգ}$ $1 \text{ Կլ/կգ} = 3876 \text{ Ռ}$
Էքսպոզիցիոն դոզայի հզորություն	(Կլ/ կգ.վրկ)	Ռենսզենը ժամում (Ռ/Ժ)	$1 \text{ Ռ/Ժ} = 7,17 \cdot 10^{-8} \text{ Կլ/ (կգ.վրկ)}$
Կլանված դոզա (հյուսվածքային)	Գրեյ (Գր, Gr) 1 Գրեյ = 1 Ջոուլ, լանվելով նյութերի կլիոզրամներում	Ռադ (ռադ, rad)	1 ռադ = 0,01Գր 1 Գր = 100 ռադ
ձլանված դոզայի հզորություն (հյուսվածքային)	Քրեյը վարկյանում (Գր/վրկ)	ռադը ժամում (ռադ/ժ)	$1 \text{ ռադ/ժ} = 2,77 \cdot 10^{-6} \text{ Գր/վրկ}$
Համարժք դոզա	ռկհ (ռկհ, rem, ճք)	զիվերտ (Ջվ, Sv)	$1 \text{ ռկհ} = 10^{-2} \text{ Ջվ}$ $1 \text{ Ջվ} = 100 \text{ Ռկհ}$
ամարժեք դոզայի հզորություն	ռկհ վայրկյանում (ռկհ.վ-1, rem.c-1)	զիվերտ վայրկյանում (Ջվ.վ-1, Ջվ.c-1)	$1 \text{ ռկհ/վ} = 10^{-2} \text{ Ջվ/վ}$ $1 \text{ Ջվ/վ} = 100 \text{ ռկհ/վ}$
Ակտիվություն(A) ռադիոակտիվ նյութերում	Բեքերել (Բք, Bq) մեկ միջուկային փոխակերպումը վայրկյանում	յուրի (ԿԻ, Ci) $3,7 \cdot 10^{10}$ միջուկային փոխակերպումներ լայրկյանում	$1 \text{ Կի} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Բք}$ $1 \text{ Բք} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Կի}$
Վարակման հաստություն	Բեքերելը քառակուսի ձևերերում (Բք/մ ²)	Կյուրին սմ ² (Կի/սմ ²)	$1 \text{ Կի/սմ}^2 = 3,7 \times 10^{14} \text{ Բք/սմ}^2$

Օրինակ, եթե ինչ-որ տեղ արձանագրվել է 25մՆ/ժ (25մկրադ/ժ, 25մկԳր/ժ) գամմա ճառագայթումից առաջացած ֆոն, ապա մարդը 1 ժամ գտնվելով այդ տարածքում ստանում է 25մկրէժ (0,25մկԶվ) համարժեք դոզա (ՀՂ): Մեկ շաբաթում համապատասխանաբար՝

ՀՂ=25մՆ/ժx168 ժամ=4200 մկրէժ=4,2 մրէժ=42 մկԶվ կամ 0,042 մԶվ:

Մեկ տարում՝

ՀՂ=25 մկՆ/ժx8760 ժամ=219000 մկրէժ=219 մրէժ=2,19 մԶվ:

Բայց, եթե նույն տիպի կլանված դոզա ձևավորվի ալֆա ճառագայթումից, օրինակ՝ ներքին ճառագայթումից, ապա գործակցի որակի հաշվին համարժեք դոզան մեկ ժամում կկազմի՝

ՀՂ=25 մկՆ/ժx20x1 ժամ=500 մկՆ=500 մկրէժ=0,5 մրէժ=5 մկԶվ:

Այսինքն՝ այն համարժեք կլինի ռենտգենյան, գամմա, բետա ճառագայթներից առաջացած կլանված դոզային, 500 մկրադ (մկԳր):

Այստեղ անհրաժեշտ է առանձնահատուկ ուշադրություն դարձնել այն փաստին, որ կտրուկ փոխվում է ստացած դոզան, այսինքն օրգանիզմում առաջացած էներգիան և կենսաբանական արդյունքները: Մարդու համար փաստացի մահացու դոզա համարվող 1000Ն-ում ջերմային էներգիայի միավորը կազմում է ընդամենը 0,0024 կալորիա: Այդ քանակության ջերմությունը կարող է 1^0 տաքացնել 0,0024մլ ջուր (0,0024սմ³; 0,0024գ), այսինքն, ընդամենը 2,4մգ ջուր:

Թեստեր 1-ին գլխի վերաբերյալ

1. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Քիմիական էլեմենտների ատոմի միջուկի ինքնակամ տրոհման երևույթը կոչվում է՝

- ռադիոկտիվություն
- դիֆուզիա
- իոնացում

2. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Ռադիոակտիվությունն ատոմների որոշ իզոտոպների ինքնաբերաբար տրոհվելու երևույթն է, որի ընթացքում արձակվում են

- ռադիոակտիվ ճառագայթներ
- ինֆրակարմիր ճառագայթներ
- ուլտրամանուշակագույն ճառագայթներ

3. *Նշված արտահայտություններից կատարել համապատասխան ընտրություն և կազմել ճիշտ նախադասություն.*

Ճառագայթները կոչվում են իոնացնող, եթե

-
- իսկ մոլեկուլների հետ փոխազդեցությունների արդյունքում
 - ատոմների հետ փոխազդեցությունների արդյունքում
 - առաջանում են իոն-էլեկտրոն զույգեր
 - դրանց ազդեցության տակ
 - դրական իոն-բացասական իոն զույգեր

4. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Միջուկի շուրջ տարբեր ուղեծրերով պտտվում են՝

- էլեկտրոնները
- պրոտոնները
- նեյտրոնները

5. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Պրոտոնն ունի՝

- դրական լիցք
- բացասական լիցք
- չեզոք է

6. *Նշված արտահայտություններից կատարել համապատասխան ընտրություն և կազմել ճիշտ նախադասություն.*

Նյութերը կազմված են անընդհատ շարժման մեջ գտնվող

-
- մոլեկուլները կազմված են ատոմներից
 - մանրագույն մասնիկներից
 - մոլեկուլներից

7. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Քանի՞ նեյտրոն է պարունակում ուրանի U^{235} ատոմը՝

- 92
- 143
- 146

8. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Ինչո՞վ են իրարից տարբերվում U^{235} և U^{238} քիմիական տարրերը՝

- պրոտոնների քանակով
- նեյտրոնների քանակով
- էլեկտրոնների քանակով

9. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Որքա՞ն է γ մասնիկի լիցքը՝

- 0
- $1.6 \cdot 10^{19}$ Կլ
- $-1.6 \cdot 10^{19}$ Կլ
- $3.2 \cdot 10^{-19}$ Կլ
- $1.6 \cdot 10^{-19}$ Կլ
- $-1.6 \cdot 10^{-19}$ Կլ

10. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

α ճառագայթումն իրենից ներկայացնում է՝

- նեյտրոնների հոսք
- էլեկտրոնների հոսք
- հելիումի միջուկների հոսք
- էլեկտրամագնիսական ճառագայթում

11. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

β ճառագայթումն իրենից ներկայացնում է՝

- նեյտրոնների հոսք
- էլեկտրոնների հոսք
- հելիումի միջուկների հոսք
- էլեկտրամագնիսական ճառագայթում

12. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

γ ճառագայթումն իրենից ներկայացնում է՝

- նեյտրոնների հոսք
- էլեկտրոնների հոսք
- հելիումի միջուկների հոսք
- էլեկտրամագնիսական ճառագայթում

13. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

γ ճառագայթումը՝

- չի փոխազդում միջավայրի հետ
- հեշտությամբ անցնում է նյութի միջով
- չի անցնում ալյումինե նրբաթիթեղի միջով

**14. *Ո՞րն է նախադասության ճիշտ շարունակությունը
(Պատասխանը կարող է լինել մեկից ավելի).***

Քիմիական տարրի բացասական իոններն՝

- ունեն բացասական լիցք
- իրարից տարբերվում են նեյտրոնների թվով
- ունեն էլեկտրոնների ավելցուկ
- ունեն նույն թվով պրոտոններ

15. Ընտրել ճիշտ տարրերակր.

Ինչպե՞ս է փոխվում ռադիոակտիվ
տարրի կարգաթիվը α տրոհման ժամանակ՝

- 4-ով
- 2-ով
- 6-ով

16. Ընտրել ճիշտ տարրերակր.

Ճի՞շտ է արդյոք, որ միջուկային ուժերը գործում են միայն պրոտոնների միջև՝

- այո
- ոչ
- մասնակի

17. Նշել սխալ պատասխանները.

Միջուկային ռեակցիան շղթայական բնույթ է կրում, եթե՝

- ^{235}U -ի զանգվածը փոքր է կրիտիկական զանգվածից
- ^{235}U -ի զանգվածը մեծ է կրիտիկական զանգվածից
- ^{235}U -ի զանգվածը հավասար է կրիտիկական զանգվածին

Հարցաշար 1-ին գլխի վերաբերյալ

1. Ո՞ր ճառագայթներն են կոչվում իոնացնող:
2. Ո՞ր երևույթն է կոչվում է ռադիոակտիվություն:
3. Ո՞ր ռեակցիան է կոչվում շղթայական:
4. Ո՞րն է կոչվում կրիտիկական զանգված:
5. Միավորների ո՞ր համակարգում է օգտագործվում էքսպոզիցիոն դոզայի չափման միավոր ռենտգենը:
6. Որո՞նք են ճառագայթման կլանված դոզայի չափման միավորները Միավորների միջազգային համակարգում և արտահամակարգում:
7. Որո՞նք են համարժեք դոզայի չափման միավորները Միավորների միջազգային համակարգում և արտահամակարգում:
8. Ի՞նչ է նշանակում ռադիոակտիվ աղբյուրի ակտիվություն:

ԳԼՈՒԽ 2.
ՈՍԴԻՈՍԿՏԻՎ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ
ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ

2.1 Պատմական ակնարկ

19 -րդ դարի վերջը և 20-րդ դարի սկիզբը նշանակալից դեր է խաղացել ատոմային ֆիզիկայի նվաճումների համար: Այդ տարիներին աշխարհի գրեթե բոլոր հայտնի ֆիզիկոսներն ու փորձագետները ողջ զիտելիքները և ուշադրությունը բնեռել էին ատոմի միջուկի դեռևս անհայտ հատկությունների ուսումնասիրությանը:

1895թ. գերմանական միջնադարյան Վյուրցբուրգ քաղաքում խոշորագույն ֆիզիկոս-փորձագետ Վիլհելմ Կոնրադ Ռենտգենը բազում փորձերից և անքուն գիշերներից հետո հայտնաբերել է այն անհայտ իքս-ճառագայթները, որոնք ողջ աշխարհում մինչև այժմ կոչվում են ռենտգենյան:

1896թ. հունվարի 20-ին Փարիզի ակադեմիայի նիստի ժամանակ Ռենտգենը ներկայացրել էր մի աշխատանք, որի փորձերը կատարել էր կատոդային խողովակի միջոցով: Դա մի ապակյա գլան էր, որը լցված էր խիստ նոսրացված գազով: Գլանի պատերի վրա զոդված էր 2 էլեկտրոդ՝ կատոդ և անոդ: Եթե խողովակը լցված է սովորական ճնշում ունեցող գազով, ապա դրա միջով հոսանք չի անցնում: Նոսրացված գազն անցկացնում է հոսանք և այդ ընթացքում տեղի է ունենում լուսարձակում: Նոսր գազի դեպքում լուսարձակում են խողովակի պատերը: Այդ լուսարձակումն առաջացնող ճառագայթները կոչվեցին կատոդային: Ռենտգենն աշխատող կատոդային խողովակին մոտեցրեց բարիումով ծածկված թղթի մի կտոր, թուղթը լուսարձակեց: Այնուհետև կատոդային խողովակը դրեց սև ստվարաթղթի ծածկոցի մեջ՝ լուսարձակումը չդադարեց: Նշանակում է, դրանք ինչ-որ անտեսանելի ճառագայթներ են, որոնք կարող են անթափանց անցնել ստվարաթղթի միջով: Այդ ժամանակ ատոմային ֆիզիկային նման ճառագայթներ հայտնի չէին:

Վայցբուրգյան նիստում Ռենտգենի զեկույցը հենց այս ճառագայթների մասին էր: Հայտնի բանախոս Կյոլիկերը թույլ տվեց նոր ճառագայթներով լուսանկարել իր ձեռքը: Նեգատիվն անմիջապես հայտնաբերեց և ստացվեց հիանալի պատկեր (նկ. 2):



**Նկ. 2. Ռենտգենյան
առաջին պատկերը**

Նիստին ներկա էր նաև ֆրանսիացի հայտնի ֆիզիկոս Անրի Բեքերելը, որն այդ ժամանակ զբաղվում էր ֆյուեցենցիայով՝ որոշ նյութերի լույսի ազդեցության տակ լուսարձակելու հատկությամբ: Նա մտածում էր, որ կատոդային ճառագայթներն առաջացնում են ֆյուեցենցիա, որի ժամանակ առաջանում են ոչ միայն կանաչ ճառագայթներ, այլև նոր անտեսանելի ճառագայթներ, որոնք հայտնաբերել էր գերմանացի գիտնական Ռենտգենը, ինչը դժվար չէր ստուգել: Հետագոտողը որոշեց գործը չհետաձգել և ձեռնամուխ եղավ

փորձերին: Նա վերցրեց լուսանկարչական թիթեղը և փաթաթեց լույս չթափանցող սև թղթով: Մնում էր միայն թղթի վրա տեղավորել լուսարձակող նյութ և դնել արևի տակ: Բեքերելը վերցրեց ուժեղ ֆյուեցենցիացնող հատկություն ունեցող ուրանիլ սուլֆատի կտորը և դրեց արևի տակ: Այնուհետև մութ սենյակում բացեց ֆոտոթիթեղը և դրեց երևակման: Եվ ի՞նչ...Թիթեղի վրա ուրանի կտորի ձև ունեցող հետք էր մնացել: Ուրեմն ենթադրությունը ճիշտ էր: Սակայն պետք էր շարունակել փորձերը, բայց այդ և մյուս մի քանի օրերին խիստ ամպամած եղանակ էր և թիթեղի վրա արևի ճառագայթներ չընկան:

Պրոֆեսորը հայտածեց թիթեղները: Թիթեղներից մեկի վրա մութ հետք կար, իսկ կենտրոնում՝ լուսավոր խաչ: Նա հիշեց, որ փաթաթված թիթեղի վրա նա դրել էր պղնձյա խաչ, իսկ վրան ուրանիլ սուլֆատի կտոր: Մտացվում է, որ թիթեղի սևանալու համար բոլորովին էլ անհրաժեշտ չէ արևի լույսը: Թիթեղները սևանում էին նաև մթության մեջ, բայց ոչ բոլոր ֆյուեցենցիացնող նյութերից: Նշանակում է, այստեղ կարևորն ուրանիլ սուլֆատի կազմի մեջ մտնող ուրանն է, որը փաստորեն ունի նոր՝ ինքնուրույն անտեսանելի ճառագայթներ արձակող հատկություն: Այդ հատկությունն էլ կոչվեց ռադիոակտիվություն:

1896թ. Անրի Բեքերելն ուրանի աղերի ֆոսֆորեցենցիան ուսումնասիրելիս պատահաբար հայտնագործեց նոր երևույթ: Հերթական գիտափորձը նախապատրաստելիս նա փաթաթեց հետագոտվող նյութը՝ կալիումի ուրանի սուլֆատը, լուսաթիթեղների հետ միասին: Հետագայում այդ նյութը պետք է ճառագայթահարվեր

լույսով: Սակայն, մինչև գիտափորձի սկսելը, Բեքերելը նկատեց, որ լուսաթիթեղներն ամբողջովին ճառագայթահարված են: Պարզվեց, որ պատճառն ուրանից ինքնաբերաբար առաքվող ճառագայթներն են: Այդ հայտնագործությունը դրդեց նոր հետազոտությունների, որոնց արդյունքում հայտնի դարձավ, որ գոյություն ունեն երեք տեսակի ճառագայթներ (դրանք անվանեցին α , β և γ ճառագայթներ, իսկ երևույթն անվանվեց ռադիոակտիվություն կամ ճառագայթային ակտիվություն): 1903թ. Բեքերելը Պիեռ և Մարի Կյուրիների հետ համատեղ ստացավ Նոբելյան մրցանակ՝ ինքնաբերաբար առաքվող ճառագայթների հայտնագործության մեջ նշանավոր ներդրման համար:

Ըստ փաստագրական տվյալների՝ 1901 թ. ֆրանսիացի հայտնի քիմիկոս Անրի Բեքերելը հյուր գնաց Պիեռ և Մարի Կյուրիներին: Դրանից ոչ շատ առաջ Կյուրի ամուսինները քիմիական նոր տարր էին ստացել, որին ռադիում էին անվանել: Նոր նյութի նկատմամբ Բեքերելի հետաքրքրությունը մեծ էր, քանի որ նա արդեն հայտնաբերել էր ռադիոակտիվությունը: Իսկ ռադիումի ռադիոակտիվության աստիճանը գերազանցում էր մինչ այդ հայտնի բոլոր նյութերին:

Բեքերելը զգուշորեն իր վերնազգեստի գրպանն է դնում թանկարժեք հատիկներով անոթը, որը խնամքով փաթաթել էր թղթով և դրել ստվարաթղթե տուփի մեջ: Եվ նա հազիվ էր մտնում իր լաբորատորիան, երբ տեսնում է, որ էկրանը, որի լուսարձակմամբ որոշվում էր ռադիոակտիվությունը, փայլում է ամբողջ ուժով: Մինչդեռ գիտնականը չէր հասցրել նույնիսկ վերարկուն հանել և էկրանից մեծ հեռավորության վրա էր կանգնած: Բեքերելը ոգևորությամբ սկսում է փորձերը, որոնք մի քանի օր անընդհատ հաջորդում էին միմյանց: Բայց գիտնականն աստիճանաբար տկարանում էր: Եվ տաս օր հետո կրծքի վրա, հենց այն գրպանի տակ, որտեղ դրել էր տուփը, կարմիր բիծ է հայտնաբերում, որը բավականին ցավոտ էր: Հետագայում բիծը վերածվում է խոցի: Երկար է բուժվում Բեքերելը: Վերջապես անհետանում է և՛ կարմրությունը, և՛ հիվանդագին զգացումը: Բայց երկու տարի անց նորից նույն տեղում ցավ է զգում և ստիպված դիմում բժշկի:

Ռադիոակտիվ նյութով սրվակը և Բեքերելի կրծքի վրայի բիծը պատահական դիպվածներ չէին: Նոր ճառագայթների հետ անզգույշ վարվելու հետևանքով հիվանդագին տարբեր երևույթներ են դիտվել

բոլոր այն գիտնականների մոտ, որոնք առաջինը սկսեցին ռադիոակտիվ նյութերի (ինչպես նաև ռենտգենյան ճառագայթների) ուսումնասիրությունը: Ռենտգենյան ճառագայթների և ռադիոակտիվ նյութերի ուսումնասիրությունը սկսած շատ գիտնականների ու բժիշկների համար ճառագայթային վնասվածքներն ավարտվում են մահով:

Ռադիոակտիվության բացահայտումից անմիջապես հետո նկատվեց ճառագայթների կենսաբանական ազդեցությունը: Այսպես՝ 1895թ. Ռենտգենի օգնական Վ. Գրուբեն, ռենտգենյան ճառագայթների հետ աշխատելիս, ստացավ ձեռքի այրվածք, իսկ Բեքերելը՝ մաշկի ուժեղ այրվածք ռադիումի ճառագայթումից:

Նրանք, ովքեր ուսումնասիրում էին ճառագայթների կենսաբանական ազդեցությունը և նրանք, ովքեր մասնագիտության բերումով գործ ունեին այդ ճառագայթների հետ ստիպված էին նախագգուշական միջոցներ կիրառել, երբ ճառագայթների կենսաբանական ազդեցության մասին դեռևս ոչինչ հայտնի չէր:

Հետագայում անցկացվեցին բազմաթիվ կենսաբանական գիտափորձեր, և պարզ դարձավ, որ ճառագայթումը կարող է օգտագործվել բուժման նպատակով՝ մասնավորապես քաղցկեղային գոյացությունների դեպքում: Բուժման նպատակով ճառագայթումն առաջին անգամ կիրառել է Մարի Կյուրին: Նա է բացահայտել ռադիում 226-ը և կազմակերպել դրա օգտագործումը քաղցկեղի բուժման նպատակով: Ռադիոնուկլիդային ախտորոշման հիմնադիր և նշակիր ատոմների մեթոդի «հայր» է համարվում Գեորգ Հևեշին, ով 1943թ. արժանացել է Նոբելյան մրցանակի նշակիր ատոմների մեթոդը ստեղծելու համար:

Գիտելիքների ձեռք բերման հետ վտանգն աստիճանաբար վերացվեց:

1945թ.-ի ճառագայթումը, որի հետ մինչ այդ գործ ունեին միայն առանձին անհատներ, ներխուժեց ողջ մարդկության առօրյա: Հերոսիմայի վրա զգված ատոմային ռումբը մեկ օրում շատ ու շատ անգամ ավելի մարդկային կյանքեր տարավ, քան մահացել էին ճառագայթումից կես դարի ընթացքում:

Երբ երկու խաղաղ քաղաքների վրա ատոմային ռումբեր զգվեց, ճառագայթման մահաբեր հատկությունների մասին իմացան ոչ միայն ռադիոկենսաբանները, այլև բնակչության մեծ մասը:

2.2. Իննացնող ճառագայթման փոխազդեցությունը նյութի հետ

Ծանր լիցքավորված մասնիկները շարժվելով նյութի միջով փոխազդում են հիմնականում ատոմի էլեկտրոնների հետ: Այս փոխազդեցության հետևանքով դրանք քիչ են շեղվում իրենց շարժման սկզբնական ուղղությունից՝ շնորհիվ սեփական մեծ զանգվածի (օրինակ՝ α մասնիկի զանգվածը մոտ 7300 անգամ մեծ է էլեկտրոնի զանգվածից): Արդյունքում, ծանր լիցքավորված մասնիկներն անցնելով նյութի միջով, ունենում են գրեթե ուղղագիծ հետագիծ: Նյութի մեջ շարժվող ծանր լիցքավորված մասնիկի էներգիայի տեսակարար կորուստները մեծանում են մասնիկի էներգիայի նվազմանը զուգընթաց և առավելագույնի հասնում կանգառից առաջ:

Նյութի միջով թեթև լիցքավորված մասնիկների (էլեկտրոնների և պոզիտրոնների) շարժման բնույթն այլ է: Գլխավոր պատճառը փոքր զանգվածն է (էլեկտրոնը թեթև է պրոտոնից մոտ 2000 անգամ): Յուրաքանչյուր առաձգական փոխազդեցության հետևանքով էլեկտրոնի (պոզիտրոնի) իմպուլսը փոխվում է կամայական, ինչի հետևանքով շարժման ուղղությունը նույնպես փոփոխվում է: Այսպիսով՝ յուրաքանչյուր բախման հետևանքով էլեկտրոնը փոխում է շարժման ուղղությունը, ինչի արդյունքում ունենում է շարժման կոտրտված հետագիծ: Միաժամանակ, թեթև մասնիկն ատոմի էլեկտրոնի հետ բախվելիս, կարող է կորցնել իր էներգիայի զգալի մասը (ոչ առաձգական փոխազդեցություններ): Նույն սկզբնական էներգիայի դեպքում էլեկտրոնը կարող է թափանցել նյութի մեջ ավելի խորը, քան ծանր լիցքավորված մասնիկը, բայց քառասյին հետագծի պատճառով նրա թափանցելիության խորությունը նյութի մեջ այնքան կանխատեսելի չի լինի, որքան ծանր լիցքավորված մասնիկի դեպքում:

Ծանր լիցքավորված մասնիկները, նյութի մեջ շարժվելիս, կրում են հիմնականում էներգիայի իոնացման կորուստներ: Էլեկտրոնի համար էներգիայի ճառագայթային կորուստները նույնպես կարևոր դեր են խաղում: Նյութի ատոմների միջուկների և էլեկտրոնների կուլոնյան դաշտում էլեկտրոնի արգելակման հետևանքով առաջանում է արգելակային ճառագայթում: Ինչպես հայտնի է դասական էլեկտրադինամիկայից՝ արագացմամբ շարժվող լիցքավորված

մասնիկը ճառագայթում է, և ճառագայթման ինտենսիվությունն ուղիղ համեմատական է արագացման քառակուսուն կամ հակադարձ համեմատական մասնիկի զանգվածի քառակուսուն: Այս է պատճառը, որ էներգիայի ճառագայթային կորուստներն առավել կարևոր են թեթևագույն լիցքավորված մասնիկների՝ էլեկտրոնների համար:

Պոզիտրոնը, նյութի մեջ շարժվելով, շատ արագ բախվում է նյութի ատոմային էլեկտրոնին և անիհիլացվում: Արդյունքում առաջանում է անիհիլացիոն ճառագայթում՝ երկու հակադարձ ուղղություններով առաքված γ քվանտ:

Նեյտրոնները չեզոք են, ուստի դրանք անարգել կարող են մեծ տարածություններ անցնել նյութի միջով՝ առանց փոխազդելու միջուկների և էլեկտրոնների էլեկտրական դաշտերի հետ: Նեյտրոնները հիմնականում փոխազդում են նյութի ատոմների միջուկների հետ: Կախված նեյտրոնների էներգիայից փոխազդեցությունն իրականացվում է տարբեր մեխանիզմներով:

Նեյտրոնների և ծանր միջուկների փոխազդեցությունը կարող է հանգեցնել միջուկի բաժանման: Այս գործընթացը մեծամասնությամբ շեմային է (օրինակ՝ ^{232}Th և ^{238}U միջուկների դեպքում), սակայն գոյություն ունեն միջուկներ (օրինակ՝ ^{233}U , ^{235}U , ^{239}Pu), որոնց բաժանմանը կարող են հանգեցնել ցանկացած էներգիայով շարժվող նեյտրոնները:

Այսպիսով, նեյտրոնների փոխազդեցությունները նյութում հանգեցնում են լիցքավորված մասնիկների (α մասնիկներ, պրոտոններ, հետհարվածի միջուկներ և այլն) կամ γ ճառագայթների առաջացմանը, որոնք իրենց հերթին իոնացնում են միջավայրը:

2.3. Ճառագայթազգայունություն (ռադիոզգայունություն)

Իոնացնող ճառագայթների բացահայտումից անմիջապես հետո պարզ դարձավ, որ իոնացնող ճառագայթներն ազդում են կենսաբանական օբյեկտների վրա. կարող են հանգեցնել մարդու տարբեր հյուսվածքների, նաև կենդանիների, բույսերի և այլ կենսաբանական տեսակների բջիջների մահվան: Պարզ դարձավ նաև, որ կախված կենսաբանական օբյեկտների տեսակից, մահաբեր

դոզաների արժեքները շատ են տարբերվում միմյանցից, երբեմն նույնիսկ մի քանի կարգով:

Այլ կերպ ասած՝ տարբեր տեսակի բուսական և կենդանական աշխարհի ներկայացուցիչներն ունեն անհավասար ռադիոզգայունություն (տեսակային ռադիոզգայունություն): Ռադիոզգայունություն հասկացությունն օգտագործվում է նաև բջիջների, հյուսվածքների, օրգանների և ամբողջական օրգանիզմների տարբեր տեսակների նկատմամբ:

Նույնիսկ միատեսակ ներկայացուցիչների դեպքում ռադիոզգայունությունը կարող է տատանվել բավականին զգալի սահմաններում և բնորոշվում է «անհատական ռադիոզգայունությամբ»:

Կենսաբանական օբյեկտների հավասար ռադիոզգայունության դեպքում իոնացնող ճառագայթների հասցրած վնասվածքները կախված են առաջին հերթին ճառագայթման դոզայից:

Դեռ 1906թ., այսինքն՝ իոնացնող ճառագայթների կենսաբանական ազդեցության հետազոտությունների սկզբնական շրջանում, ֆրանսիացի գիտնականներ Ժ. Բերգոնյեն և Լ. Տրիբոնդոն նկատեցին որոշ օրինաչափություններ: Բերգոնյեի և Տրիբոնդոյի օրենքի համաձայն՝ բջիջներն ավելի ռադիոզգայուն են, եթե՝

- արագ են բազմանում,
- ունեն երկարատև միտոզի փուլ*,
- քիչ դիֆերենցված են**:

Ծանոթություն

**Բջջի գոյության ժամանակաշրջանը՝ սկսած դրա առաջացումից մինչև մահը կամ բաժանումը, կոչվում է բջջային ցիկլ: Բջջային ցիկլը բաղկացած է երկու ժամանակաշրջանից՝ աճի ժամանակաշրջանից՝ «ինտերֆազ» և բաժանման ժամանակաշրջանից՝ «միտոզ»:*

***Դիֆերենցված բջիջները «մասնագիտացված են» և օրգանիզմում կատարում են որոշակի ֆունկցիաներ: Բջիջների դիֆերենցումը տեղի է ունենում ոչ դիֆերենցված բջիջների (ցողունային բջիջների) հասունացման ընթացքում: Չդիֆերենցված են, օրինակ, ոսկրածուծի բջիջները, որոնք զարգանում են և դառնում արյան տարբեր տեսակի հասուն բջիջներ (լեյկոցիտներ, էրիթրոցիտներ, տրոմբոցիտներ):*

Մասնագետների կարծիքով՝ երիտասարդ և արագ աճող բջիջներն առավել ռադիոզգայուն են: Հետևաբար, այն հյուսվածքները

և օրգանները, որոնց բջիջներն արագ են բազմանում, առավել զգայուն են ճառագայթահարման նկատմամբ (աղ. 3):

Աղյուսակ 3.

Որոշ օրգանների ռադիոզգայունության (ՌԶ) դասակարգում

Բարձր ՌԶ	Միջին ՌԶ	Ցածր ՌԶ
Ոսկրածուծ Փայծաղ Սեռական օրգաններ Ստամոքս Վահանաձև գեղձ Լիմֆատիկ գեղձ Աչքի ռապինյակ Լիմֆոցիտներ	Մաշկ Միրտ Թոքեր	Մկաններ Ոսկորներ Նյարդային համակարգ

Դա առաջին հերթին արյան արտադրության համակարգերն են (ոսկրածուծ, փայծաղ), մարտոդական համակարգը (բարակ աղիքի լորձաթաղանթը), սեռական գեղձերը:

Աչքի ռապինյակը և լիմֆոցիտները նույնպես ունեն բարձր ճառագայթային զգայունություն: Ոսկրային, մկանային և նյարդային բջիջներն օժտված են ցածր ճառագայթային զգայունությամբ:

2.4. Ներքին և արտաքին ճառագայթման առանձնահատկությունները

Մարդը ճառագայթման հետ առնչվում է 2 ճանապարհով՝

1. արտաքին
2. ներքին

Արտաքին անվանում են այն ճառագայթումը, որը գտնվում է մարդուց դուրս: Դրանք կարող են լինել **β, γ, n** ճառագայթումները:

Ներքին ճառագայթումը ռադիոնուկլիդներով ճառագայթումն է, որոնք օրգանիզմ են թափանցում շնչառական օրգանների, աղեստամոքսային տրակտի և մաշկի ծածկույթի միջոցով: Ներքին ճառագայթահարման տեսակետից առավել վտանգավոր են **α** ճառագայթող ռադիոնուկլիդները, քանի որ **α** մասնիկի շարժը նյութում փոքր է, դրանց էներգիան կլանվում է շատ քիչ ծավալում, որն էլ բերում է ճառագայթահարվող օբյեկտի դոզայի մեծացման:

Առօրյա կյանքում մարդու օրգանիզմ են ներթափանցում տարբեր ռադիոնուկլիդներ՝ աերոզոլների, ատոմների, մոլեկուլների տեսքով: Մանդի հետ մարդու օրգանիզմ է թափանցում ռադիոնուկլիդների մոտ 90%-ը, խամելու ջրի հետ՝ (5-8) %-ը, ներշնչվող օդի հետ՝ (2-5) %-ը:

Որոշ քիմիական տարրեր թափանցելով օրգանիզմ, կուտակվում են տարբեր օրգաններում և հյուսվածքներում, անկախ նրանից ռադիոակտիվ է, թե՛ ոչ: Օրինակ՝ կալցիումը, ստրոնցիումը, բարիումը կուտակվում են ոսկորներում, յոդը կուտակվում է վահանաձև գեղձում, իսկ ածխածինը և երկաթը համաչափ բաշխվում են ամբողջ օրգանիզմում:

Ներքին ճառագայթումը կարող է մեծ վնասներ հասցնել օրգանիզմին՝ պատահական ներթափանցման դեպքում: Միաժամանակ, գոյություն ունեն ախտորոշման և բուժման մեթոդներ, որոնցում որոշակի ռադիոնուկլիդներ ներարկվում են օրգանիզմ և ապահովում անհրաժեշտ ժամանակավոր էֆեկտ: Որոշ ժամանակ անց ռադիոնուկլիդը բնական ճանապարհով դուրս է բերվում օրգանիզմից: Ռադիոնուկլիդներն օրգանիզմից դուրս են բերվում աղեստամոքսային համակարգի, թոքերի, մաշկի և երիկամների միջոցով:

Իոնացման բնույթը և ինտենսիվությունը կախված են ճառագայթման դոզայից և մասնիկի տեսակից: Միևնույն ճառագայթահարումը տարբեր ազդեցություն է ունենում իրարից տարբեր օրգանների և օրգանիզմների վրա: Բավականին մեծ ճառագայթման դոզայի դեպքում մահանում է ցանկացած օրգանիզմ: Ճառագայթման նվազագույն դոզան տարածվում է 50 բեռ-ի սահմաններում, մինչև 3000000 բեռ որոշ բակտերիաների համար: Մահացու դոզայից ցածր դոզաներն առաջացնում են զանազան հիվանդություններ «Ճառագայթային հիվանդություն» ընդհանուր անվամբ:

Օրգանիզմի վրա ճառագայթման սովորական գործողություն է հանդիսանում մոլեկուլների վնասումը: Գոյություն ունեն այդպիսի վնասումների 2 մեխանիզմ՝ ուղղակի և անուղղակի:

Ուղղակի մեխանիզմում միջուկային մասնիկն ազդում է հենց մակրոմոլեկուլի վրա կամ անմիջականորեն, կամ էլ միջանցիկ էլեկտրոնների միջոցով:

Անուղղակի մեխանիզմում ճառագայթում կատարում է ջրի ռադիոլիզը, որի մասնիկները քիմիական ռեակցիայի մեջ են մտնում մակրոմոլեկուլների հետ՝ վնասելով դրանք:

Ճառագայթման վաղ արդյունքները՝ սուր ճառագայթային հիվանդություն, տեղային ճառագայթային վնասվածքներ, առավել շատ են լինում այն մարդկանց մոտ, որոնք մոտ են վթարված տարածքին:

Սուր ճառագայթային հիվանդություն ձևավորվում է արտաքին գամմա և գամմա-նեյտրոնային ճառագայթման դոզայի ազդեցության դեպքում, երբ այն գերազանցում է 1Գրեյը (Գր)՝ ստանալով միանվագ կամ կարճ ընդհատումներով, ինչպես նաև, երբ ներս են թափանցում ռադիոնուկլիդներ:

2.5. Դետերմինացված և ստոխաստիկ էֆեկտներ

Ճառագայթային էֆեկտները բաժանում են՝

1. դետերմինացված (շեմային)
2. ստոխաստիկ (հավանական բնույթ կրող)

Ճառագայթահարման դետերմինացված էֆեկտներ. Ճառագայթահարման հետևանքով օրգանիզմում առաջացող և կլինիկորեն հայտնաբերվող վնասակար կենսաբանական էֆեկտներ, որոնց նկատմամբ ենթադրվում է դոզայի շեմային արժեքի առկայություն, այսինքն դոզայի այնպիսի արժեքի, որից ցածրի դեպքում էֆեկտը բացակայում է, իսկ բարձրի դեպքում՝ էֆեկտի ծանրությունը կախված է դոզայի մեծությունից:

Դետերմինացված էֆեկտներն առաջանում են, երբ ճառագայթման հետևանքով փոփոխված (մահացած, կիսվելու ունակությունը կորցրած կամ ֆունկցիոնալ խանգարում ունեցող) բջիջների քանակը հասնում է կրիտիկականի և նկատվում է վնասված օրգանի ֆունկցիոնալ խանգարում:

Փորձնականորեն հաստատված է, որ դետերմինացված էֆեկտների համար գոյություն ունի ճառագայթահարման շեմային դոզա, որից փոքր արժեքների դեպքում օրգանի բջիջների կորուստները վերականգնվում են և կլինիկորեն չեն ախտորոշվում: Շեմային դոզայից բարձր դոզաների դեպքում հետևանքների ծանրությունը

մեծանում է կլանված դոզայի աճի հետ մեկտեղ, այսինքն՝ ինչքան մեծ է կլանված դոզան, այնքան արտահայտված է էֆեկտը:

Դետերմինացված էֆեկտներն ի հայտ են գալիս ինտենսիվ մեկ կամ բազմակի ճառագայթահարումների դեպքում, եթե դոզան գերազանցում է շեմայինը: Այս դեպքում կարող են առաջանալ տեղային բարորակ մաշկային վնասվածքներ՝ ճառագայթային այրվածք, աչքի կատարախտ և այլն: Առավելագույն էֆեկտի արտահայտման ժամանակը կախված է կլանված դոզայի չափից: Մեծ դոզաների դեպքում այն ավելի արագ է ի հայտ գալիս: Դետերմինացված էֆեկտներն առաջանում են ամբողջ մարմնի կամ նրա մի մասի ճառագայթահարման հետևանքով: Շեմը կախված է նրանից, թե ո՞ր օրգանն է ճառագայթահարվել: Օրգանիզմում ի հայտ եկող հնարավոր փոփոխություններն ինտենսիվ ճառագայթահարման հետևանքով և այդ փոփոխությունների շեմային դոզաները բերված են աղ. 4-ում:

Աղյուսակ 4.

Օրգանիզմում ի հայտ եկած հնարավոր փոփոխություններն ինտենսիվ ճառագայթահարման հետևանքով

Ճառագայթման ազդեցությունը ամբողջ օրգանիզմի ճառագայթվելու դեպքում	Դոզա, Գր
Տեսանելի վնասվածքների բացակայություն	0–0.25
Հնարավոր է արյան բաղադրության փոփոխություն	0.2–0.5
Արյան բաղադրության փոփոխություն, հոգնածություն, թույլ սրտխառնոց	0.5–1
Արյան բաղադրության փոփոխություն, փսխում, ակնհայտ պաթոլոգիական փոփոխություններ: Ճառագայթային հիվանդության ստորին շեմ	1–2
Անաշխատունակություն, արյունահոսություն	2–4
Ճառագայթային հիվանդության ծանր տեսակ, մահ 50%	4
Կենտրոնական նյարդային համակարգի վնասում, մահ մոտ 100%	6
Անհապաղ մահ	>8

Ճառագայթահարման ստոխաստիկ. «հավանականային» էֆեկտներ՝ ճառագայթահարման հետևանքով օրգանիզմում առաջացող վնասակար կենսաբանական էֆեկտներ, որոնք չունեն դոզայի շեմային արժեք, դրանց առաջացման հավանականությունը համեմատական է դոզայի մեծությանը, իսկ դրսևորվող ծանրության

աստիճանը կախված չէ դոզայի մեծությունից:

Ստոխաստիկ կամ հավանական բնույթ կրող էֆեկտները կարող են ի հայտ գալ ցանկացած դոզաների դեպքում: Դոզայի արժեքի աճի հետ մեկտեղ մեծանում է այդ էֆեկտների ոչ թե ծանրությունը, այլ առաջանալու հավանականությունը: Հայտնի են երկու տիպի ստոխաստիկ էֆեկտներ: Առաջին տիպի էֆեկտներն առաջանում են սոմատիկ (օրգանիզմի բոլոր բջիջները, բացի սեռականներից) բջիջներում և հանգեցնում են քաղցկեղի առաջացմանը: Երկրորդ տիպի էֆեկտներն առաջանում են սեռական բջիջներում և առաջ են բերում գենետիկական խանգարումներ:

Քաղցկեղային հիվանդությունների վերաբերյալ կան բազմաթիվ փորձարարական տվյալներ:

Հետազոտությունների արդյունքում առկա են հետևյալ եզրակացությունները.

- ցանկացած դոզա, անկախ մեծությունից, մեծացնում է քաղցկեղի առաջացման հավանականությունը:
- Քաղցկեղի առաջացման հավանականությունն ուղիղ համեմատական է ստացված դոզային (օրինակ, եթե դոզան կրկնապատկվեց, կրկնապատկվի նաև քաղցկեղի առաջացման հավանականությունը):

Հիմնվելով այս եզրակացությունների վրա՝ տրվում են քաղցկեղի տարբեր տեսակների առաջացման ռիսկերի գնահատականները և ձևավորվում են ճառագայթման նորմավորման սկզբունքները:

2.6. Իոնացնող ճառագայթների ազդեցությունը կենսաբանական հյուսվածքների վրա

Որպեսզի հնարավոր լինի իրականացնել իոնացնող ճառագայթներից պաշտպանություն, անհրաժեշտ է նախապես իմանալ, թե ինչպիսի՞ն կլինի օրգանիզմի արձագանքն իոնացնող ճառագայթների ազդեցությանը, այսինքն պարզել, թե կենսաբանական տեսակետից ի՞նչ է կատարվում հյուսվածքներում իոնացնող ճառագայթների ազդեցության դեպքում:

Ճառագայթումը բազմաթիվ փոփոխություններ է առաջացնում և՛ ֆիզիոլոգիական, և՛ կենսաբանական գործընթացներում: Իոնացնող ճառագայթների համար պատենշ չկա, դրանք

ներթափանցում են ցանկացած նյութի մեջ ցանկացած խորությամբ և իրենց էներգիան են թողնում բոլոր օրգաններում, բոլոր բջիջներում, բջջի բոլոր մասերում: Ճառագայթներն իրենց էներգիան տալիս են նյութին իոնացման ճանապարհով: Հետևաբար, ճառագայթման ազդեցության տակ փոխվում են կենդանի օրգանիզմի բջիջների կազմի մեջ մտնող քիմիական բազմատեսակ միացությունները:

Համեմատաբար ոչ մեծ դոզաների դեպքում խախտվում է հիմնական նյութափոխանակությունը (թթվածնի ծախսը և այլն), ուժեղանում է ջրափոխանակությունը, ընկնում է արյան ճնշումը, ճնշվում է ներքին սեկրեցիայի գեղձերի գործունեությունը, նվազում է առանձին օրգանների և ամբողջ օրգանիզմի կշիռը, խախտվում է օրգանիզմից նյութերի արտաթորման գործընթացը, փոխվում է հյուսվածքային թաղանթների թափանցելիությունը: Կենդանիներն ավելի զգայուն են դառնում ինչպես բարձր, այնպես էլ ցածր ջերմաստիճանների, մթնոլորտային ճնշման փոփոխությունների և ֆիզիկական ծանրաբեռնվածությունների նկատմամբ:

Ճառագայթման ազդեցության տակ խախտվում է ածխաջրերի և ճարպերի նյութափոխանակությունը, փոխվում է արյան քիմիական կազմը: Ճառագայթումը սուր կերպով ազդում է նաև կենսագործունեության այնպիսի կարևոր կողմերի վրա, ինչպիսին իմունիտետն է:

Ճառագայթային քիմիայի մասնագետները հաշվել են, որ 1000 բեռ ճառագայթումից հետո կենդանու բջջում առաջանում են միջինը երեք միլիոն գրգռված և իոնացված մոլեկուլներ, իսկ բջջի կործանում՝ միջինը ինը հարյուր հազար:

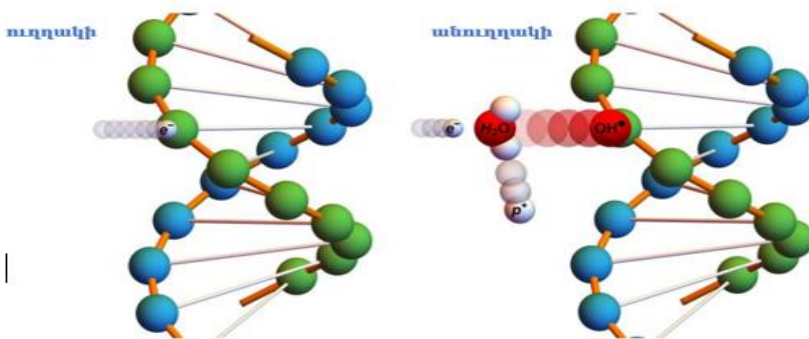
Պարզվում է, որ կենդանի օրգանիզմի կողմից կլանված էներգիայի չնչին քանակը կարող է առաջացնել կենսաբանական օբյեկտի խիստ արտահայտված ռեակցիա՝ ընդհուպ մինչև մահվան ելքով: Բոլոր կաթնասունների համար մահացու դոզա է համարվում 10 Գր-ը, որը բարձրացնում է օրգանիզմի ջերմաստիճանն ընդամենը 0.001°C (նույնպիսի ջերմային էֆեկտ է ստանում օրգանիզմը մեկ բաժակ տաք թեյ խմելուց հետո): Հարց է ծագում՝ ինչու՞ է այսքան փոքր քանակի կլանված էներգիան հասցնում այսքան մեծ կենսաբանական էֆեկտի: Պատասխանը ստացվել է բազմաթիվ հետազոտությունների շնորհիվ, որոնց արդյունքում առաջ է քաշվել «թիրախային հարվածի» տեսությունը: Այդ տեսության հիմքում հետևյալ պնդումն է՝ էներգիայի կլանումը քվանտային գործընթաց է, որը ենթարկվում է վիճակագրական օրինաչափությունների: Զգալի

փոփոխություն (օրինակ՝ բջջի մահը) տեղի է ունենում միայն այն դեպքում, երբ էներգիան փոխանցվում է բջջի գերզգայուն մասին՝ «թիրախին»: Բազմաթիվ ուսումնասիրություններ հանգեցրել են այն եզրակացության, որ բջջի «թիրախը» դեզօքսիտիբոնուկլեինաթթուն (ԴՆԹ) է:

Կորիզում կենտրոնացած են ժառանգական նյութի՝ ԴՆԹ-ի հիմնական պաշարները: Ինը հարյուր հազար անձայն ճառագայթային կրակոցը բջջի կորիզի վրա, իհարկե, նրա համար մահացու վտանգ է ներկայացնում:

Ցանկացած կենսաբանական հյուսվածք կամ օրգան բաղկացած է բջիջներից: Հետևաբար, իոնացնող ճառագայթների ազդեցությունը կենսաբանական հյուսվածքի վրա պայմանավորված է առանձին բջջի հետ դրանց փոխազդեցությամբ, իսկ ավելի ճիշտ, բջջի տարբեր բաղադրիչների՝ մոլեկուլների հետ փոխազդեցությամբ: Եթե փոխազդեցության հետևանքով վնասվում է ԴՆԹ-ի մոլեկուլը, ապա բջիջը կարող է կորցնել կիսվելու ունակությունը կամ կրել այնպիսի կառուցվածքային փոփոխություններ, որոնք կազդեն դրա կենսագործունեության վրա: Եթե վնասվեն (մահանան, մուտացվեն) մեծ քանակությամբ բջիջներ, դա կազդի օրգանի կենսագործունեության վրա, կիսախտվի օրգանի նորմալ ֆունկցիան, ինչը կարող է կրիտիկական լինել օրգանիզմի համար:

ԴՆԹ-ն կարող է վնասվել իոնացնող ճառագայթների ուղղակի կամ անուղղակի ազդեցությունից: Ուղղակի ազդեցության դեպքում խախտվում են ԴՆԹ-ի մոլեկուլի քիմիական կապերը և առաջանում են կառուցվածքային փոփոխություններ (նկ. 3):



Նկ. 3. ԴՆԹ-ի ուղղակի և անուղղակի վնասվածքների սխեմատիկ պատկեր

Իննացնող ճառագայթների անուղղակի ազդեցությունից ճառագայթման էներգիան հանգեցնում է ԴՆԹ-ի շրջակայքում ազատ ռադիկալների և այլ ուժեղ օքսիդանտների առաջացմանը, որոնք փոխազդում են ԴՆԹ-ի մոլեկուլի հետ և առաջացնում քիմիական փոփոխություններ: Քանի որ բջիջների մոտ 70%-ը կազմում է ջուրը, ուստի ջրի ռադիոլիզը մեծ նշանակություն ունի անուղղակի ազդեցության դեպքում:

Ազատ ռադիկալները քիմիապես շատ ակտիվ են, քանի որ ատոմային արտաքին թաղանթում պարունակում են չզույգված էլեկտրոններ: Այդ պատճառով էլ հավանական է, որ դրանք կարող են ԴՆԹ-ի մոլեկուլի կառուցվածքում փոփոխություններ առաջացնել: Ազատ ռադիկալների իոնացված և գրգռված մոլեկուլների միջև ռեակցիաներն ավելի դանդաղ են ընթանում, քան էներգիայի կլանման գործընթացը: Դրանք ընթանում են վայրկյանի մեկ հարյուրմիլիոներորդական մասում: Բայց կան և իսկական դանդաղընթացներ: Այդպիսի ռեակցիաների վրա ծախսվում է մեկ հարյուրերորդական վայրկյան: Հիշյալ ռեակցիաներից հետո ճառագայթված օրգանիզմում կարելի է դիտել նյութափոխանակության խախտում: Դրանց նկատելու համար պահանջվում են վայրկյաններ, բույներ կամ նույնիսկ ժամեր:

ԴՆԹ-ի մոլեկուլի վնասվածքների հետևանքով բջիջը կարող է մահանալ կամ ենթարկվել մուտացիայի: Կարևոր է հասկանալ, որ ԴՆԹ-ի կամ այլ մոլեկուլի ոչ բոլոր տիպի վնասվածքներն են հանգեցնում բջջի մահվան կամ մուտացիայի: Ցանկացած կենսաբանական համակարգ օժտված է վերականգնման հատկությամբ (ռեպարացիա), որը սովորաբար շատ արդյունավետ է: Վնասվածքների մեծամասնությունը վերականգնվում է, և բջիջները ոչ մի փոփոխություն չեն կրում: Սակայն, եթե վերականգնման մեխանիզմը չաշխատի, ապա բջջում առաջացած կենսաքիմիական փոփոխությունները դրան կհասցնեն վերափոխման (մուտացիայի) կամ մահվան: Բջջի ԴՆԹ-ի մուտացիան կարող է պատճառ դառնալ քաղցկեղային բջիջների առաջացման: Մաղմնային բջիջների վերափոխումներն առաջացնում են մուտացիաներ, որոնք արտահայտվում են որպես ժառանգական էֆեկտներ:

Երբ մարդուն ճառագայթում են, նա ոչինչ չի զգում: Որոշ ժամանակ անց սկսվում են անախորժություններ, որոնք տարբեր մարդկանց մոտ տարբեր ձևով են արտահայտվում՝ ընդհանուր

թուլություն, սրտխառնոց, փսխում, աղիքային խանգարումներ, լեյկոցիտների թվի անկում, ջրասաղային հավասարակշռության խախտում, արյան մեջ շաքարի պարունակության ավելացում:

Մարդկային հյուսվածքներն ու օրգանները ճառագայթման նկատմամբ ըստ նրանց զգայնության աճի հետևյալն են՝

1. նյարդային հյուսվածք,
2. կռճիկային ու ոսկրային հյուսվածք,
3. մկանային հյուսվածք,
4. միակցող հյուսվածք և անոթներ,
5. վահանաձև գեղձ,
6. մարսողական գեղձեր,
7. թոքեր,
8. սրտի թաղանթ,
9. էպիդերմիս (մաշկային ծածկոցներ),
10. քրտնագեղձեր և ճարպագեղձեր,
11. մազապտկիկներ,
12. թքագեղձեր,
13. լորձաթաղանթներ,
14. սեռական գեղձեր,
15. ավշային հյուսվածք, ոսկրուղեղ, խալիպագեղձ

Ցանկի սկզբում այն հյուսվածքներն են, որոնց հասուն բջիջներն ընդհանրապես չեն բաժանվում, իսկ վերջում՝ հատկապես արագ բաժանում ունեցող բջիջներով հյուսվածքները:

Առավել զգայուն են արյունաստեղծ օրգանները: Շատ զգայուն են նաև սեռական գեղձերն ու խալիպագեղձը, բայց դրանց ախտահարումը չի կարող մահ առաջացնել կամ էլ, նույնիսկ, էականորեն փոխել օրգանիզմի վիճակը: Որից հետո լորձաթաղանթներն են, իսկ ավելի բարձր դոզայի դեպքում վճռական դեր է ստանում բարակ աղիքի լորձաթաղանթի ախտահարումը:

Բջիջների տարբեր զգայունությունը գործնական մեծ նշանակություն ունի: Հայտնի է, որ չարորակ ուռուցքների բուժման նպատակով ճառագայթման կիրառումը հիմնվում է հենց այն բանի վրա, որ քաղցկեղի բջիջները պատկանում են ռադիոզգայունների խմբին:

Ռադիոզգայունության ավելի մեծ տարբերություն է նկատվում, երբ համեմատվում է ոչ թե նույն օրգանիզմի տարբեր բջիջներ, այլ տարբեր օրգանիզմներ:

Աղյուսակ 5.

Միջին մահաբերությամբ դոզաների մի քանի օրինակներ

Ծխախոտի մոզաիկայի վիրուս	250000 ռենտգեն
Աղիքային ձողիկի բակտերիոֆագ	420000 -»-
Բակտերիաների սպորներ	120000 -»-
Աղիքային բակտերիա	7500 -»-
Քլորելա (ջրիմուռ)	18000 -»-
Խմորասնկեր	30000 -»-
Եզիպտացորեն	4000 -»-
Թանթոնիկ	75000 -»-
Տրադեսկանցիա	750 -»-
Ամեռքա	100000 -»-
Ինֆուզորիա	35000 -»-
Խխունջ	20000 -»-
Պտղաճանձ, հասուն	95000 -»-
Պտղաճանձ, թրթուռներ	130 -»-
Պտղաճանձ, ձվեր	150 -»-
Ոսկյա ձկնիկ	670 -»-
Գորտ	700 -»-
Կրիա	1500 -»-
Օձ	82000 -»-
Հավ	1000 -»-
Մուկ	600 -»-
Շուն	300 -»-
Կապիկ	500 -»-

Պարզ երևում է, որ մահացու դոզան տարբեր օրգանիզմների համար տատանվում է բացառիկ մեծ սահմաններում՝ հարյուրավորից մինչև համարյա միլիոն Ռենտգեն: Միաժամանակ կարելի է նկատել, որ որքան բարդ է օրգանիզմը, այնքան այն ավելի ռադիոզայուն է:

Աղ. 5-ում բացակայում է մարդը, այսինքն նա բացառություն չի կազմում այլ կաթնասունների համեմատությամբ: Նրա համար մահացու դոզան ճշգրիտ չէ: Սովորաբար մարդու համար միջին մահաբեր դոզան համարում են 500 Ռենտգենը:

2.7. Իոնացնող ճառագայթների ազդեցությունը կենսաբանական համակարգերի վրա

Իոնացնող ճառագայթների ազդեցությունը կենսաբանական համակարգերի վրա կարելի է բաժանել փուլերի՝ ֆիզիկական, ֆիզիկաքիմիական, քիմիական, կենսաբանական: Տարբեր փուլերում ընթացող գործընթացների նկարագրությունները և փուլերի միջին տևողությունները բերված են աղ. 6-ում:

Աղյուսակ 6.

Իոնացնող ճառագայթների ազդեցության հիմնական փուլերի տևողությունները

<i>Փուլ</i>	<i>Գործընթաց</i>	<i>Փուլի տևողությունը</i>
Ֆիզիկական	Ճառագայթման էներգիայի կլանում, իոնացված և գրգռված ատոմների ու մոլեկուլների առաջացում	(10-16) - (10-15) վրկ.
Ֆիզիկա քիմիական	Կլանված էներգիայի վերաբաշխում, ազատ ռադիկալների առաջացում	(10-14) - (10-11) վրկ.
Քիմիական	Ռեակցիաներ ռադիկալների միջև և ռադիկալների ու մոլեկուլների միջև: Փոփոխված կառուցվածքով և ֆունկցիոնալ խախտումներով մոլեկուլների առաջացում	(10-6) - (10-3) վրկ.
Կենսաբանական	Վնասվածքների զարգացում բջջային և օրգանիզմային մակարդակներով: Վերականգնման գործընթացների ուժեղացում	Վայրկյաններ - տարիներ

Ճառագայթման հետևանքով առաջացած փոփոխությունները մոլեկուլային մակարդակում (ԴՆԹ-ի շղթաների խզում, նուկլոիդի փոխարինում, հիմքերի միջև ջրածնային կապերի խզում և այլն) առաջացնում են փոփոխություններ բջջային մակարդակում (բջջի նյութափոխանակման խանգարում, բաժանման գործընթացի ճնշվածություն, քրոմոսոմային մուտացիաներ, բջջի մահ), որոնք, իրենց հերթին, հանգեցնում են օրգանիզմի մակարդակով փոփոխությունների (օրգանիզմին ոչ բնորոշ հյուսվածքի առաջացում՝ քաղցկեղային հյուսվածքի առաջացում):

Ախտահարման ու վերականգնման այդ բոլոր գործընթացները տեղի են ունենում ճառագայթման դոզայի լայն միջակայքում: Իոնացնող ճառագայթների ազդեցությունը կարող է արտահայտվել միայն երեխաների կամ թոռների, կամ էլ նույնիսկ ավելի հեռավոր սերունդի մոտ:

Ժառանգականության վրա ճառագայթման վնասակար ազդեցությունը չի վերաբերվում միայն ապագա սերունդներին: Ժառանգականությունը միայն մի անհատից մյուսին հատկությունների ու հատկանիշների փոխանցում չէ: Դա նաև այս կամ այն առանձնահատկության փոխանցումն է մի բջջից մյուսին, քանի որ օրգանիզմի ժառանգականության հիմքում ընկած է բջջային ժառանգականությունը:

Ճառագայթման գենետիկական հետևանքների ուսումնասիրությունները մինչև այժմ կապված են մեծ դժվարությունների հետ.

1. քիչ է հայտնի, թե ինչ հետևանքներ է առաջանում մարդու գենետիկական ապարատում ճառագայթահարման դեպքում,
2. ժառանգական արատների առաջացման լրիվ հայտնաբերումը հնարավոր է միայն մի քանի սերունդների ուսումնասիրման ընթացքում,
3. ինչպես քաղցկեղի, այնպես էլ այլ դեպքերում, անհնար է տարբերել արատներն ու դրանց առաջացման պատճառները

Ճառագայթման հեռավոր հետևանքներից է ճառագայթային քաղցկեղը: Իսկ ի՞նչ է քաղցկեղն ընդհանրապես: Այն հիվանդություն է, որի ժամանակ բջիջները սկսում են արագ ու անկանոն բաժանվել և իրենց այդ հատկությունը փոխանցում են դուստր բջիջներին: Ի՞նչ է դա, եթե ոչ ժառանգական փոփոխություն: Հետևաբար, ճառագայթային քաղցկեղը բջջի ժառանգական հատկությունների վրա ճառագայթման ազդեցության արդյունքն է:

Ճառագայթման գենետիկական ազդեցությունները, հատկապես կարևոր դեր ունեն ցածր դոզաների դեպքում: Ցանկացած փոքր դոզա կարող է փոխել քրոմոսոմներին, և ցածր դոզաների դեպքում նման փոփոխությունների հնարավորությունը շատ փոքր է: Եթե հիշյալը էական չէ անհատի համար, ապա շատ կարևոր է ընդհանրապես մարդկության համար: Եվ այսպես, քրոմոսոմի վրա ճառագայթման ազդեցությունը կարևոր դեր է խաղում.

1. ճառագայթային սուր հիվանդության դեպքում,
2. առանձին ճառագայթումների դեպքում,
3. շատ փոքր դոզաներով ճառագայթելու դեպքում, երբ մնացած բոլոր արդյունքները ոչ էական են:

Այդ բոլորը վերաբերվում են այն օրգանիզմներին, որոնք անմիջապես իրենք են ճառագայթվել, իսկ սերնդի համար ժառանգականության ախտահարման դերը բացահայտ է:

2.8. Ճառագայթման նորմավորման սկզբունքները

Ցանկացած տեսակի իոնացնող ճառագայթ կարող է առաջացնել օրգանիզմի քիմիական և կենսաբանական ռեակցիա: Ճառագայթման արդյունարար դոզան և առաջացրած էֆեկտը կախված են իոնացնող ճառագայթների տեսակից, էներգիայից, ճառագայթահարման ժամանակից և ճանապարհից (ներքին կամ արտաքին ճառագայթում), նաև ճառագայթող ռադիոնուկլիդների քիմիական հատկություններից՝ ներքին ճառագայթման դեպքում: Մարդու օրգանիզմում տարբեր տեսակի ճառագայթային վնասվածքների առաջացումը կախված չէ կլանված դոզայի չափից, այլ կախված է տարբեր գործոններից, այդ թվում՝ օրգանիզմի վիճակից: Տեղին է նշել, որ մարդը նույնպես ինչ-որ չափով ռադիոակտիվ է, նրա մշտական ուղեկիցներն են ածխածին ^{14}C (^{14}C), կալիում ^{40}K (^{40}K) և շատ ուրիշ ռադիոակտիվ իզոտոպներ: Փաստորեն, մարդկությունը միշտ էլ ենթարկվել կամ ենթարկվում է արտաքին միջավայրի մշտական և անհրաժեշտ տարրը հանդիսացող ճառագայթային բնական ֆոնի ազդեցությանը:

Ճառագայթային անվտանգության միջազգային հանձնաժողովը (ՃԱՄՀ) պաշտոնապես ընդունել է ճառագայթման հետևանքների գծային և նախաշեմային հայեցակարգը, ինչը ենթադրում է, որ ճառագայթահարման ցանկացած դոզա անհետևանք չէ մարդու համար: Միաժամանակ, միջուկային մեթոդների կիրառումը տարբեր բնագավառներում պահանջում է սահմանել իոնացնող ճառագայթների առաջացրած դոզաների թույլատրելի մակարդակները:

ՃԱՄՀ-ն սահմանել է ճառագայթման չափաբաժինը կարգավորող երեք հիմնական փոխկապակցված սկզբունքներ, որոնք կարելի է արտահայտել հետևյալ կերպ.

- լրացուցիչ դրոզաներ առաջացնող գործունեության անհրաժեշտության հիմնավորում,
 - ճառագայթային պաշտպանության օպտիմալացում (ALARA – As Low As Reasonably Achievable – ճառագայթման դրոզան պահպանել այնքան ցածր մակարդակում, որքան հնարավոր է՝ հաշվի առնելով տնտեսական ու սոցիալական գործոնները),
 - անհատական դրոզաների և ռիսկի սահմանների որոշում:
- Իննացնող ճառագայթները որպես նորմավորման իրավական հիմք՝ Հայաստանում ընդունված է «Ճառագայթային անվտանգության նորմեր» փաստաթուղթը, համաձայն որի սահմանվում են ֆիզիկական անձանց համար նախատեսված թույլատրելի դրոզաների չափերը: Ադ. 7-ում բերված են սահմանված թույլատրելի դրոզաների արժեքները:

Աղյուսակ 7.

Սահմանված թույլատրելի դրոզաների արժեքները

Նորմավորվող մեծություն	Սահմանված դրոզան	
	«Ա» կատեգորիա*	Բնակչություն
Արդյունաբար դրոզա	Միջինում 20 մՋվ տարեկան, յուրաքանչյուր հաջորդական 5 տարի աշխատելու ընթացքում՝ ոչ ավելի, քան 50 մՋվ տարեկան	Միջինում 1 մՋվ տարեկան, յուրաքանչյուր հաջորդական 5 տարվա ընթացքում՝ ոչ ավելի, քան 5 մՋվ տարեկան
Համարժեք դրոզա, ստացված 1 տարվա ընթացքում:		
Աչքի ոսպնյակում	150 մՋվ	15 մՋվ
մաշկում ձեռքերում և ոտնաթաթերում	500 մՋվ 500 նՋվ	50 մՋվ 50 նՋվ

Ծանոթություն՝

• Ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտի «Ա» կատեգորիայի անձնակազմ (այսուհետ՝ «Ա» կատեգորիայի անձնակազմ), որն օբյեկտի բնականոն շահագործման պայմաններում, ըստ աշխատանքի բնույթի, կարող է ստանալ դրոզայի սահմանին հավասար դրոզա: «Ա» կատեգորիայի անձնակազմն աշխատանքից դուրս պայմաններում դիտարկվում է որպես բնակչություն:

Թեստեր 2-րդ գլխի վերաբերյալ

1. Նշել սխալ պատասխանները.

Մարդը ճառագայթման հետ առնչվում է հետևյալ ճանապարհով՝

- արտաքին
- ներքին
- ոչ մի

2. Ընտրել ճիշտ տարբերակը.

Արտաքին անվանում են այն ճառագայթումը, որը գտնվում է՝

- մարդու օրգանիզմից դուրս
- օրգանիզմում
- շնչառական ուղիներում

3. Ընտրել ճիշտ տարբերակը.

Ներքին ճառագայթումը ռադիոնուկլիդներով ճառագայթումն է, որոնք գտնվում են՝

- մարդու մաշկի վրա
- մարդու օրգանիզմում
- մարդու հագուստի վրա

4. Ընտրել ճիշտ տարբերակը.

Ներքին ճառագայթահարման տեսակետից առավել վտանգավոր են՝

- α** ճառագայթող ռադիոնուկլիդները
- β** ճառագայթող ռադիոնուկլիդները
- γ** ճառագայթող ռադիոնուկլիդները

5. Նշված արտահայտություններից կատարել համապատասխան ընտրություն և կազմել ճիշտ նախադասություն.

Ճառագայթահարման ստոխաստիկ «հավանականային» էֆեկտներ՝

-
- Ճառագայթահարման հետևանքով օրգանիզմում առաջացող վնասակար կենսաբանական էֆեկտներ
 - իսկ դրսևորվող ծանրության աստիճանը կախված չէ դոզայի մեծությունից
 - որոնք չունեն դոզայի շեմային արժեք
 - դրանց առաջացման հավանականությունը համեմատական է դոզայի մեծությանը

6. Նշել սխալ պատասխանները.

Մարդու օրգանիզմում տարբեր տեսակի ճառագայթային վնասվածքների առաջացումը կախված է՝

- կլանված դոզայի չափից
- տարբեր գործոններից
- օրգանիզմի վիճակից

7. Ընտրել ճիշտ տարբերակը.

Մարդու համար միջին մահաբեր դոզան համարում են՝

- 500 Ռենտգենը
- 50 Ռենտգենը
- 100 Ռենտգենը

8. Ընտրել ճիշտ տարբերակը.

Մարդու համար թուլյատրելի դոզան համարում են՝

- 500 Ռենտգենը
- 50 Ռենտգենը
- 100 Ռենտգենը

Հարցաշար 2-րդ գլխի վերաբերյալ

1. Ո՞ր բջիջներն են առավել ռադիոզգայուն:
2. Ի՞նչ տարբերություն կա նյութի միջով անցնող ծանր և թեթև լիցքավորված մասնիկների միջև:
3. Ինչո՞ւ են նեյտրոնները նյութի միջով կարողանում արագ անցնել մեծ տարածություններ, առանց փոխազդելու միջուկների և էլեկտրոնների էլեկտրական դաշտերի հետ:
4. Ի՞նչ հետևանք կարող է ունենալ իոնացնող ճառագայթը կենսաբանական օբյեկտի վրա:
5. Ի՞նչ ուղիներով է մարդն առնչվում ճառագայթման հետ և որո՞նք են դրանք:
6. Քանի՞ խմբի են բաժանվում ճառագայթային էֆեկտները և ինչո՞վ են միմյանցից տարբերվում:
7. Ե՞րբ մարդը ճառագայթվում է, որոշ ժամանակ անց, ի՞նչ է տեղի ունենում նրա օրգանիզմում:
8. Արդյո՞ք ճառագայթման նկատմամբ մարդկային հյուսվածքներն ու օրգանները նույն զգայնությունն ունեն:
9. Արդյո՞ք ճառագայթման նկատմամբ տարբեր օրգանիզմներ նույն զգայնությունն ունեն:
10. Որո՞նք են կենսաբանական համակարգերի վրա իոնացնող ճառագայթների ազդեցության փուլերը:
11. Որո՞նք են ճառագայթային անվտանգության միջազգային հանձնաժողովի (ՃԱՄՀ) կողմից սահմանված ճառագայթման չափաբաժինը կարգավորող սկզբունքները:

ԳԼՈՒԽ 3.

ՌԱԴԻՈԱԿՏԻՎ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԸ

3.1. Ռադիոակտիվ ճառագայթման բնական աղբյուրները

Երկրագնդի բնակչության հիմնական մասը ճառագայթահարվում է ճառագայթման բնական աղբյուրներից: Այդ աղբյուրների մի մասից խուսափելն անհնար է: Դրանցից են՝ տիեզերքից երկրի մթնոլորտի վերին շերտերը թափանցող տարբեր տեսակի ճառագայթները, ինչպես նաև այնպիսիները, որոնք առաջանում են երկրի ընդերքում գտնվող ռադիոակտիվ նյութերից:

Իոնացնող ճառագայթման բնական աղբյուրներից են տիեզերական և երկրային ճառագայթները:

Մեր մոլորակի վրա հայտնի են հինգ աշխարհագրական շրջաններ, որտեղ բնական ճառագայթային ֆոնը զգալիորեն բարձր է: Դրանք են՝ Բրազիլիան, Ֆրանսիան, Հնդկաստանը, Խաղաղ օվկիանոսում գտնվող Նիցե կղզին և Եգիպտոսը:

Տիեզերական ճառագայթների հիմնական մասը մոլորակ է հասնում տիեզերքի խորքից: Դրանց մի մասը ծնվում է արեգակնային բոնկումների հետևանքով:

Տիեզերական ճառագայթներն իրենց մեջ ընդգրկում են 90% պրոտոններ և մոտ 10% հելիումի ատոմի միջուկի α մասնիկներ: Դրանց մեջ մոտ 1% են կազմում նեյտրոնները, ֆոտոնները, էլեկտրոնները, ինչպես նաև թեթև քիմիական տարրերը, ինչպիսիք են՝ լիթիումը, բորը, ազոտը, թթվածինը և այլն:

Երկրագնդի վրա չկա մի վայր, որտեղ չթափանցեն տիեզերական ճառագայթները: Բայց երկրի տարբեր մասերում դրանք ունեն տարբեր ազդեցություն: Հյուսիսային և Հարավային բևեռներում ավելի շատ ռադիոակտիվ ճառագայթներ են թափանցում, քան հասարակածային շրջաններում, քանի որ երկրի մագնիսական դաշտի առկայության շնորհիվ տիեզերական ճառագայթների լիցքավորված մասնիկները շեղվում են: Ճառագայթման մակարդակն աճում է նաև տեղանքի բարձրությունից կախված, քանի որ ավելի բարձրում օդի քանակությունը քիչ է, իսկ վերջինս պաշտպանիչ էկրանի դեր է կատարում:

Մարդիկ, ովքեր ապրում են ծովի մակարդակին հավասար տեղանքում, ստանում են տիեզերական ճառագայթների մոտ 300

մջվ-ին համարժեք դոզա: Ծովի մակարդակից 2000 մետր բարձրության վրա ապրող մարդիկ, ինչպես նաև ինքնաթիռների անձնակազմերը և ուղևորները կարճատև, բայց մի քանի անգամ ավելի ինտենսիվ են ճառագայթահարվում: 4000-ից 12000 մետր բարձրության թռիչքի դեպքում ճառագայթահարման մակարդակն ի հաշիվ տիեզերական ճառագայթների աճում է մոտ 25 անգամ և շարունակում է աճել բարձրության մեծացմանը գույզնաթաց: Օրինակ՝ Նյու Յորքից Փարիզ տուրքոռեակտիվ ինքնաթիռով թռչելիս ուղևորները հիմնականում ստանում են մոտ 50 մկՋվ, իսկ գերձայնային ինքնաթիռով թռչող ուղևորները՝ 20%-ից քիչ, ի հաշիվ թռիչքի ավելի կարճ տևողության, չնայած առնչվում են ավելի ակտիվ ճառագայթների հետ:

Երկրային ճառագայթներ: Երկրի լեռնային ապարներում հանդիպող հիմնական ռադիոակտիվ իզոտոպներն են կալիում, ռուբիդիում (^{40}K , ^{87}Rb) և ռադիոակտիվ նյութերի՝ ուրանի ու թորիումի միացությունները (^{238}U և ^{232}Th), որոնք երկրի ընդերքում են հենց նրա առաջացման ժամանակներից:

Բնական է, որ երկրային ճառագայթման չափը երկրի տարբեր վայրերում տարբեր է և կախված է տվյալ տարածքի երկրի կեղևում եղած ռադիոնուկլիդների բաղադրությունից:

Գիտնականները պարզել են, որ ճառագայթման բնական աղբյուրներից առավել ծանրակշիռը համարվում է անտեսանելի, անհամ, անհոտ ռադոնը, որը 7,5 անգամ ծանր է օդից: Բնության մեջ այն հանդիպում է 2 հիմնական ձևով՝ ռադոն (^{222}Rn), ռադիոակտիվ շարքի անդամ, կազմավորվում է ^{238}U -ի տրոհման նյութերից և ^{220}Rn ռադիոակտիվ շարքի անդամ, ^{232}Th : ^{222}Rn -ը մոտ 20 անգամ կարևոր է, քան ^{220}Rn -ը (նկատի է առնվում ճառագայթման գումարային ներդրումն ընդհանուր դոզայում), բայց և այնպես հարմարության համար 2 իզոտոպներն էլ հետազայում կդիտարկվեն միասին և կկոչվեն պարզապես ռադոն: Ընդհանրապես, ճառագայթահարման մեծ մասը դուրս է գալիս ռադոնի տրոհման դուստր նյութերից, ոչ թե բուն ռադոնից: Ռադոնը տարածվում է երկրակեղևով մեկ, որի բաղադրությունը երկրագնդի տարբեր վայրերում տարբեր է: Մարդը բնական ճառագայթահարման հիմնական դոզան ստանում է ռադոնից, այն էլ գտնվելով փակ, չօդափոխվող շինության ներսում:

3.2. Ռադիոակտիվ ճառագայթման արհեստական աղբյուրները

Վերջին տասնամյակներում մարդը ստեղծել է հարյուրավոր արհեստական ռադիոնուկլիդներ և ատոմի էներգիան սկսել են օգտագործել տարբեր բնագավառներում տարբեր նպատակներով՝ բժշկության, հնէաբանության, միջուկային զենքի ստեղծման համար, էներգիայի արտադրության մեջ, ռադիոէլեկտրոնիկայում և այլն, ինչը ողջ աշխարհի մակարդակով բերել է ճառագայթահարման դոզայի մեծացմանը:

Բնակչությանն առավել քիչ հայտնի, բայց ոչ պակաս վտանգավոր աղբյուրներից են որոշ ռադիոակտիվ նյութեր, որոնք մարդն օգտագործում է իր ամենօրյա գործունեության մեջ: Օրինակ՝ բանկային կտրոններ կնքելու համար նախատեսված ներկն իր բաղադրության մեջ ռադիոակտիվ ածխածին է պարունակում: Ներկեր կամ կերամիկայի համար անհրաժեշտ դեղին էմալ ստանալու համար ևս օգտագործում են ուրան, իսկ օպտիկական ապակու արտադրության մեջ՝ ուրան և թորիում: Ֆարֆորից պատրաստվող արհեստական ատամները հարստացվում են ուրանով, ցերիումով և այլն:

Բժշկության մեջ օգտագործվող ճառագայթման աղբյուրները:
Տեխնածին ճառագայթման աղբյուրներից ճառագայթման հիմնական դոզան մարդը ստանում է բժշկական գործընթացներից:

Բժշկության մեջ ռադիոակտիվ ճառագայթներ օգտագործվում են, ինչպես ախտորոշման, այնպես էլ բուժման նպատակով: Ամենատարածված բժշկական սարքերից է ռենտգենյան սարքը: Լայն տարածում են գտել նոր, բարդ ախտորոշիչ մեթոդները, ինչպես նաև ռադիոիզոտոպների օգտագործմամբ վիրահատությունները:

Քաղցկեղի դեմ պայքարի հիմնական ձևերից է ճառագայթային թերապիան:

Ախտորոշման նպատակով կիրառվող առավել տարածված ճառագայթները ռենտգենյանն են: Տարբեր երկրների տվյալների համաձայն՝ յուրաքանչյուր հազար բնակիչ անցնում է տարեկան 300-ից մինչև 900 հետազոտություն, չհաշված ատոմի ռենտգենյան հետազոտությունները և զանգվածային ֆյուրոբոգրաֆիան: Մարդը թոքերի ռենտգենի ժամանակ ստանում է միջինը 100 մոադ, միզուղիների ռենտգենի՝ (8 հատ նկար) 4500 մոադ, ատոմի ռենտգենի՝ 5 մոադ ճառագայթ: Շատ երկրներում ռենտգենյան

հետազոտությունների մոտ կեսը բաժին է ընկնում կրծքագեղձերի հետազոտությանը:

Ողջ աշխարհում գոյություն ունեն մոտ 4000 ռադիոթերապևտիկ սարքեր, որոնք օգտագործվում են քաղցկեղի բուժման համար:

3.3. Միջուկային զենքի փորձարկման հետևանքները

20-րդ դարի երկրորդ կեսերից սկսած երկրագնդի վրա իրականացվել են միջուկային և ջերմամիջուկային զենքի փորձարկման հազարավոր փորձեր՝ ԱՄՆ (1032 փորձ) և ԽՍՀՄ (715 փորձ): Բացի նշված երկրներից միջուկային փորձարկումներ են իրականացրել Մեծ Բրիտանիան, Չինաստանը, Ֆրանսիան, Հնդկաստանը, Պակիստանը, Կորեայի Ժողովրդա-դեմոկրատական Հանրապետությունը (ԿԺԴՀ): Պայթյունների արդյունքում ռադիոակտիվ նյութերի մի մասը մնացել է մթնոլորտում և ստրատոսֆերայում, հետագայում քամու հետ լայնամասշտաբ տարածվել, աստիճանաբար նստել և երկար ժամանակ մնացել է գետինին: Ռադիոակտիվ մնացորդներն իրենց մեջ պարունակում են մեծ քանակությամբ տարբեր ռադիոնուկլիդներ, որոնցից են՝ ցիրկոնիում (^{95}Zr), ցեզիում (^{137}Cs), ստրոնցիում (^{90}Sr) և ածխածին (^{14}C):

Միջուկային զենքի փորձարկումների հետևանքով երկրագնդի բնակչության ստացած անհատական դոզան միջինում կազմում է.

- արտաքին ճառագայթման դեպքում՝ 0,37 մՋՎ (^{137}Cs) և 0,31 մՋՎ (կարճատև կյանք ունեցող ռադիոնուկլիդներ),
- ներքին ճառագայթման դեպքում՝ 1,9 մՋՎ (կարմիր ոսկրածուծ), 0,99 մՋՎ (գոնադ):

Որոշ գնահատականներով՝ մթնոլորտում ամկա կուլեկտիվ արդյունարար համարժեք դոզան իրականացված բոլոր տեսակի միջուկային փորձարկումների հետևանքով կազմում է 30000000 մարդ-ՋՎ: Մարդկությունն արդեն ստացել է այս դոզայի շուրջ 20%-ը, մնացած մասը կստանա ևս մեկ միլիոն տարվա ընթացքում:

ԱՄՆ-ում, Ռուսաստանում և այլ երկրներում միջուկային զենքի գումարային հզորությունը համարժեք է տրոտիլի քանակին, որը մոլորակի յուրաքանչյուր բնակչի համար կազմում է 3,5 տոննա:

3.4. Վթարներ ռադիոակտիվ վտանգավոր օբյեկտներում

Միջուկային օբյեկտների նորմալ աշխատանքների դեպքում ռադիոակտիվ նյութերի արտանետումը շրջակա միջավայր շատ քիչ է: Բայց երկրագնդի վրա ռադիոակտիվ ֆոնն ավելի է մեծանում ատոմային էլեկտրակայաններում (ԱԷԿ) և այլ ջերմամիջուկային շրջափուլի օբյեկտներում վթարների հետևանքով:

Միջուկային վառելիքային շրջափուլը բաղկացած է՝

- ձեռնարկություններից, որոնք զբաղված են ուրանի հանույթով, մշակմամբ և հարստացմամբ,
- ջերմություն անջատող տարրեր (ջատեր) պատրաստող գործարաններից, ատոմային էլեկտրակայաններից,
- մշակված վառելանյութը ռեզեներացնող ռադիոքիմիական գործարաններից, վերամշակման ռադիոակտիվ թափոնները պահպանող ձեռնարկություններից և թափոնները թաղելու վայրերից (շրջափուլի այդ մասն ընդունված է անվանել միջուկային վառելանյութի եզրափակիչ փուլ):

Միջուկային վառելիքային յուրաքանչյուր շրջափուլում շրջակա միջավայրի վրա տեղի է ունենում ռադիոակտիվ ճառագայթների ազդեցություն: Լուրջ խնդիր է համարվում միջուկային վառելանյութի շրջափուլի եզրափակիչ փուլը՝ թափոնների թաղումը, որը համարվում է շրջակա միջավայրի վրա ազդող երկարաժամկետ ճառագայթման աղբյուր:

ԱԷԿ-ի շահագործման ընթացքում առաջանում են պինդ, հեղուկ և գազային ռադիոակտիվ թափոններ, որոնք կայանից հեռացնելուց առաջ անհրաժեշտ է ակտիվազերծել:

Շահագործումից դուրս հանված բարձր ռադիոակտիվության սարքավորումները, գործիքները և հատուկ արտահագուստը (որոնց ակտիվազերծումը նպատակահարմար չէ) վնասազերծվում են թաղման եղանակով: Թաղելուց առաջ անհրաժեշտ է առավելագույնս փոքրացնել դրանց ծավալը: Ռադիոակտիվ թափոնների թաղումն իրականացվում է հատուկ կառույցներում՝ գերեզմանոցներում:

Սարքավորումների մակերևույթներից ռադիոակտիվ նստվածքներն ակտիվազերծող լուծույթներն ակտիվազերծումից հետո վերածվում են հեղուկ ռադիոակտիվ լուծույթների, որոնք նույնպես անհրաժեշտ է ակտիվազերծել:

Հեղուկ թափոնների թաղումը դժվար խնդիր է: Հեղուկ

Թափոնների պահման գործընթացը պարզեցնելու համար իրականացվում է հեղուկ թափոնների պնդացում՝ բիտումապատման, ցեմենտապատման կամ ապակեպատման եղանակներով:

ԱԷԿ-ներում ռադիոակտիվ գազերի ակտիվազերծման համար հիմնականում կիրառվում է հետևյալ երկու եղանակը՝

1. հատուկ տարողություններում (գազամբարներում) դրանց կուտակումն ու պահումը,
2. աբսորբցիոն տեղակայանքներում դրանց մաքրումը:

Միջուկային օբյեկտներում տրոհվող նյութերից առավել մեծ վտանգ է ներկայացնում տրիտիումը: Այն ունի ջրում լուծվելու և ինտենսիվորեն գոլորշիանալու ունակություն:

Թեստեր 3-րդ գլխի վերաբերյալ

1. Ընտրել ճիշտ տարբերակը.

Տիեզերական ճառագայթների հիմնական մասը երկիր է հասնում՝

- տիեզերքի խորքից
- երկրի ընդերքից
- օվկիանոսների հատակից

2. Ընտրել ճիշտ տարբերակը.

Երկրային ճառագայթների հիմնական մասը երկիր է հասնում՝

- տիեզերքի խորքից
- երկրի ընդերքից
- մթնոլորտից

3. Ընտրել ճիշտ տարբերակը.

Երկրային ճառագայթման չափը երկրի տարբեր վայրերում՝

- տարբեր են
- նույն են

4. Ընտրել ճիշտ տարբերակը.

Ճառագայթահարման հիմնական աղբյուր հանդիսացող
նադոնը՝

- 7,5 անգամ թեթև է օդից
- 7,5 անգամ ծանր է օդից

5. Ընտրել ճիշտ տարբերակը.

Միջուկային օբյեկտների նորմալ աշխատանքների դեպքում
ռադիոակտիվ նյութերի արտանետումը շրջակա միջավայր՝

- շատ քիչ է
- շատ մեծ է
- արտանետում չկա

Հարցաշար 3-րդ գլխի վերաբերյալ

1. Որո՞նք են ռադիոակտիվ ճառագայթման հիմնական աղբյուրները:
2. Արդյո՞ք երկրագնդի վրա կան վայրեր, որտեղ չեն թափանցում տիեզերական ճառագայթները, և ինչո՞ւ երկրի տարբեր մասերում դրանք տարբեր ազդեցություն ունեն:
3. Ինչո՞ւ երկրային ճառագայթման չափը երկրի տարբեր վայրերում տարբեր է:
4. Ի՞նչ հատկություններ ունի բնական ճառագայթահարման հիմնական աղբյուր հանդիսացող ռադոնը և ինչպե՞ս պաշտպանվել դրանից:
5. Արդյո՞ք միջուկային վառելիքային շրջափուլի արդյունքում միջավայրի վրա տեղի է ունենում ռադիոակտիվ ճառագայթների ազդեցություն:

ԳԼՈՒԽ 4.
ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱ

**4.1. Միջուկային էներգետիկայի օբյեկտների բնութագրերը:
Ճառագայթային վտանգավոր օբյեկտների դասակարգումը**

Միջուկային արդյունաբերության հետ կապված բոլոր օբյեկտներն ընդունված է անվանել միջուկային և ճառագայթային վտանգավոր օբյեկտներ:

Ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտ. նախատեսված է միջուկային էներգիայի և իոնացնող ճառագայթման օգտագործման, միջուկային ու ռադիոակտիվ նյութերի, իոնացնող ճառագայթման այլ աղբյուրների արտադրության ու պահման, ռադիոակտիվ թափոնների և աշխատած միջուկային վառելիքի կառավարման համար:

Անթրոպոգեն ճառագայթման աղբյուր. մարդկային գործունեության արդյունք հանդիսացող իոնացնող ճառագայթման աղբյուր:

Անթրոպոգեն ճառագայթման աղբյուրները դասակարգվում են ճառագայթային ռիսկի աստիճանով, որը բնորոշում է ճառագայթային վթարի դեպքում մարդկանց վրա հնարավոր ճառագայթային ազդեցությունը և անմիջականորեն կախված է աղբյուրի բնութագրերից:

Առավել բարձր ճառագայթային ռիսկի անթրոպոգեն ճառագայթման աղբյուրներ են հանդիսանում այն անթրոպոգեն ճառագայթման աղբյուրները, որոնց վթարի դեպքում հնարավոր է ոչ միայն անձնակազմի, այլև բնակչության ճառագայթահարում:

Գեներացնող ճառագայթման աղբյուր` սարք, որն ունակ է առաջացնել իոնացնող ճառագայթում.

Գեներացնող ճառագայթման աղբյուրները դասակարգվում են`

- 1) բարձր ռիսկի
- 2) միջին ռիսկի
- 3) ցածր ռիսկի

Կախված օբյեկտում առկա անթրոպոգեն ճառագայթման աղբյուրների դասակարգումից, ընդհանուր քանակությունից և դրանց հետ կատարվող աշխատանքների բնույթից, հաշվի առնելով ռիսկի

աստիճանը, որը բնորոշում է ճառագայթային վթարի դեպքում մարդկանց վրա հնարավոր ճառագայթային ազդեցությունը, ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտները դասակարգվում են՝

- 1) գերբարձր ռիսկի
- 2) բարձր ռիսկի
- 3) միջին ռիսկի
- 4) ցածր ռիսկի

Ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտների դասակարգումն ըստ ռիսկի ներկայացված է աղ. 8-ում:

Աղյուսակ 8.

Ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտների դասակարգումն ըստ ռիսկի

Ատոմային էներգիայի օբյեկտներ	Ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտը	Օբյեկտի դասը
Ատոմային էներգիայի օգտագործման անվտանգության տեսակետից կարևոր օբյեկտներ	Օբյեկտ, որտեղ շահագործվում է ավելի, քան 100 ՄՎտ (th) հզորությամբ միջուկային ռեակտոր (ատոմային կայան, հետազոտական ռեակտորային տեղակայանք)	1
	Օբյեկտ, որտեղ շահագործվում է մինչև 100 ՄՎտ (th) հզորությամբ միջուկային ռեակտոր (ատոմային կայան, հետազոտական ռեակտորային տեղակայանք)	2
	Աշխատած միջուկային վառելիքի պահեստարան	2
	Ռադիոակտիվ թափոնների գերեզմանոց կամ պահեստարան, որտեղ պահվող թափոնների ընդհանուր ակտիվությունը գերազանցում է 100 000 TBq-ն, կամ ընդհանուր ալֆա ակտիվությունը գերազանցում է 10 000 TBq-ն	2
Ատոմային էներգիայի օգտագործման այլ օբյեկտներ	Ռադիոակտիվ թափոնների պահեստարան, որտեղ պահվող թափոնների ընդհանուր ակտիվությունն ավելի է 10 000 TBq, սակայն չի գերազանցում 100 000 TBq-ն	3
	Ռադիոակտիվ թափոնների պահեստարան, որտեղ պահվող թափոնների ընդհանուր ակտիվությունը չի գերազանցում 10 000 TBq-ն	4
	1-3-րդ դասերի ռադիոիզոտոպային աղբյուրներ արտադրող օբյեկտ	2
	1-3-րդ դասերի ռադիոիզոտոպային աղբյուրներ օգտագործող արդյունաբերական, գյուղատնտեսական կամ գիտական օբյեկտ	2
	4-5-րդ դասերի ռադիոիզոտոպային աղբյուրներ	3

<i>Ատոմային էներգիայի օբյեկտներ</i>	<i>Ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտը</i>	<i>Օբյեկտի դասը</i>
	արտադրող օբյեկտ	
	4-5-րդ դասերի ռադիոիզոտոպային աղբյուրներ օգտագործող արդյունաբերական, գյուղատնտեսական կամ գիտական օբյեկտ	4
	150 TBq բարձր ակտիվությամբ ռադիոիզոտոպային աղբյուր պարունակող թերապևտիկ սարք օգտագործող առողջապահական օբյեկտ	2
	Մինչև 150 TBq ակտիվությամբ ռադիոիզոտոպային աղբյուր պարունակող թերապևտիկ սարք օգտագործող առողջապահական օբյեկտ	3
	2-3-րդ դասերի ռադիոիզոտոպային աղբյուրներ օգտագործող առողջապահական օբյեկտ	3
	4-5-րդ դասերի ռադիոիզոտոպային աղբյուրներ օգտագործող առողջապահական օբյեկտ	4
	1-2-րդ դասերի գեներացնող ճառագայթման աղբյուր օգտագործող օբյեկտ	3
	3-րդ դասի գեներացնող ճառագայթման աղբյուր օգտագործող օբյեկտ	4

4.2. Միջուկային ռեակտոր, ղեկավարվող շղթայական ռեակցիա

Միջուկային (ատոմային) ռեակտոր՝ սարք, որտեղ տեղի է ունենում ծանր միջուկների ճեղքման կառավարվող շղթայական ռեակցիա: Այստեղ տեղի է ունենում քիմիական փոխակերպում:

Միջուկային ռեակտորներում իրականացվում են ղեկավարվող միջուկային շղթայական ռեակցիաները, որտեղ օգտագործվող միջուկային վառելիքը նման չէ մարդկությանը հայտնի սովորական վառելիքի տեսակներից և ոչ մեկին:

Միջուկային վառելիքն այն նյութն է, որում տեղի են ունենում միջուկների բաժանման ռեակցիաներ: Միջուկային վառելիքից օգտվելը շատ ավելի բարդ է, քան ցանկացած օրգանական վառելիքից օգտվելը: Միջուկային վառելիքը շատ էներգատու է, սակայն միևնույն ժամանակ ռադիոակտիվ է: Անվտանգության ապահովման

կանոններից էլնելով դրա օգտագործման վրա դրվում են մի շարք տեխնիկական ու կազմակերպչական սահմանափակումներ, ինչպես նաև ռեակտորի աշխատանքը սպասարկող անձնակազմը պետք է ունենա բարձր մասնագիտական հմտություն:

Ռեակտորը հնարավորություն է տալիս ղեկավարել միջուկային շղթայական ռեակցիան, ստացված ջերմային էներգիան դուրս բերել ռեակտորից, կերպափոխել էլեկտրական կամ ջերմային էներգիայի և օգտագործել: Ռեակտորում միջուկային վառելիքը գտնվում է մետաղական գլան-ձողերի մեջ, որոնք ռեակտորի մեջ տեղադրվում են վերևից, որը ներքևի կողմից հերմետիկ փակ է: Ռեակտորում առաջացած ջերմային էներգիան հեռացվում է ջրի, գազի կամ որևէ հալված մետաղի, օրինակ՝ նատրիումի կամ սնդիկի շրջապտույտի միջոցով: Օգտագործվող հեղուկը կամ գազը շրջանառվում է փակ համակարգով՝ ռեակտորից դեպի ջերմափոխանակիչ և հակառակը: Եթե օգտագործվում է ջուր, ապա այն դառնում է ռադիոակտիվ ձողերի պատերի հետ շփվելու պատճառով: Շրջանառվող ջուրը, գտնվելով բարձր մթնոլորտային ճնշման տակ (250 մմ սնդ. սյուն), տաքանում է մինչև 500°–600°C: Այդպիսի բարձր ջերմաստիճանային ջուրը ռեակտորից անցնելով ջերմափոխանակիչ, իր ջերմային էներգիան հաղորդում է ջերմափոխանակիչի պատերը շրջապատող և մեկ այլ համակարգում շրջապտույտ կատարող այլ ջրային զանգվածի, որը տաքանում է մինչև եռման և ավելի բարձր ջերմաստիճան, արդյունքում ստեղծվում է բարձր մթնոլորտային ճնշման (12,5 մմ սնդ. սյուն և 260°C) գոլորշի, որն էլ ուղղվում է դեպի տուրբինի թիակներն ու պտտեցնում տուրբինը: Տուրբինի պտտման առանցքին միացված է նաև էլեկտրական հոսանք արտադրող գեներատորի ռոտորը: Գոլորշին իր էներգիայի հաշվին կատարում է աշխատանք՝ պտտեցնելով գեներատորի ռոտորը: Արդյունքում՝ արտադրվում է էլեկտրական էներգիա, իսկ աշխատած գոլորշին վերածվելով ջրի, նորից վերադառնում է ջերմափոխանակիչ: Գոլորշին, կատարելով փակ շրջապտույտ, գերծ է մնում ռեակտոր-ջերմափոխանակիչ համակարգում ռադիոակտիվ ջրի հետ խառնվելուց:

Ատոմային ռեակտորում կատարվում է միջուկային շղթայական ռեակցիա: Փոքրագույն մասնիկի շարժման արագությունից կախված անջատվում են երկու տեսակի նեյտրոններ՝ արագ և դանդաղ: ²³⁸U-ը տրոհվում է միայն արագ նեյտրոններով: Դրա

տրոհման ժամանակ անջատվում է էներգիա և առաջանում 2-3 արագ նեյտրոն: Քանի որ բնական ուրանում հիմնական իզոտոպը ^{238}U -ն է, ապա նրանում չի կարող ընթանալ շղթայական ռեակցիա: Այն կարող է ընթանալ ^{235}U -ում:

Այսպիսով կարելի է եզրակացնել, որ ակտիվ գոտում ճառագայթումից պաշտպանվելու համար պետք է հաշվի առնել նեյտրոնային և ֆոտոնային ճառագայթումը: Ջերմափոխանակիչի սեփական ակտիվությունը կախված է նրա ատոմների հասկությունից:

Ջերմատարի մեջ խառնուրդների առկայությունը հանդիսանում է լրացուցիչ ճառագայթման աղբյուր: Այդ խառնուրդների թվին են պատկանում հանքային աղերը, լուծվող գազերը, ժանգոտման արդյունքները: Էներգետիկ ռեակտորը պետք է կայուն աշխատի հզորության տարբեր աստիճաններում: Ջերմության անջատումը ռեակտորից պետք է կատարվի սահուն, առանց հզորության կտրուկ թոփոխների:

4.3. Ատոմային էլեկտրակայանների դասակարգումը

Ընդունված է ԱԷԿ-ները դասակարգել հետևյալ հասկանիշներով՝

1. *ըստ նշանակության՝*

- միայն էլեկտրական էներգիայի արտադրման
- էլեկտրական էներգիայի արտադրման և ջերմամատակարարման
- ջերմային էներգիայի արտադրման
- ջրի աղազրկման
- ջրածնի արտադրության
- այլ նպատակների համար

2. *ըստ կոնտուրների թվի՝*

- միակոնտուր
- երկկոնտուր
- եռակոնտուր

3. *ըստ ռեակտորի տեսակի՝* աղ. 9-ում բերված են աշխարհում շահագործվող ռեակտորների տեսակների հիմնական բնութագրերը:

Աշխարհում շահագործվող ռեակտորների տեսակների հիմնական բնութագրերը

ԱԷԿ-ների դասակարգման հաստիքները	Ճեշտման ջրային ռեակտոր	Եռագոյ ջրով ռեակտոր	Թեթև ջրային գրաֆիտային դանդաղեցուցիչով ռեակտոր	Ճեշտման ծանր ջրային ռեակտոր	Գազով հովացվող ռեակտոր	Հեղուկ մետաղով հովացվող արագ նեյտրոնեղավոր ռեակտոր
Կոնտուրների թիվը	2	1	1	2	2	3
Առաջին կոնտուրում օգտագործվող միջավայրը	ջուր	ջուր	ջուր	ծանր ջուր	CO ₂ /H ₂	Na
Ռեակտորում օգտագործվող դանդաղեցուցիչը	ջուր	ջուր	գրաֆիտ	ծանր ջուր	գրաֆիտ	-
Նեյտրոնների էներգիան	ջերմային նեյտրոններ	ջերմային նեյտրոններ	ջերմային նեյտրոններ	ջերմային նեյտրոններ	ջերմային նեյտրոններ	արագ նեյտրոններ

Միջուկային ռեակտորները դասակարգվում են՝

1. ըստ նշանակության
 2. նեյտրոնների էներգիայի մակարդակով
 3. նեյտրոնների դանդաղեցուցիչի տեսակով
 4. ջերմատարի տեսքով և ագրեգատային վիճակով
 5. միջուկային վառելիքի վերափոխման ձևով
 6. միջուկային վառելիքի դանդաղեցուցիչում տեղադրման ձևով
 7. միջուկային վառելիքի ագրեգատային վիճակով
- Միջուկային վառելիքի ձևափոխման եղանակով՝
- մաքուր բաժանվող իզոտոպներով ռեակտորներ

- միջուկային վառելիքի վերաարտադրանքով (ռեզեներացիոն) լայնեցված վերարտադրությամբ (բազմացնող ռեակտորներ)
- միջուկային վառելիքի տեսակով՝ հոմոգեն և հետերոգեն
- բաժանող նյութի ագրեգատային վիճակով՝ պինդ մարմնի տեսքով, սակավ հեղուկի և գազի տեսքով:

Հաշվի առնելով ստորև բերված հատկությունները՝ ռեակտորները կարելի է դասակարգել.

1. ռեակտոր՝ որտեղ ջուրը հանդիսանում է և՛ դանդաղեցուցիչ և՛ ջերմատար, ինչպես նաև աշխատում է հարստացված ուրանով (ՋՋՌ):
2. Ծանր ջրով, դանդաղեցուցիչով. բնական ուրանով աշխատող ռեակտոր (ԾՋՌ):
3. Գրաֆիտային դանդաղեցուցիչով և ջրային ջերմատարով ռեակտոր, որն աշխատում է թույլ հարստացված ուրանով և կոչվում է գրաֆիտաջրային ռեակտոր (ԳՋՌ):
4. Բնական ուրանով աշխատող գրաֆիտային դանդաղեցուցիչով և գազային ջերմատարով ռեակտոր, որը կոչվում է գրաֆիտագազային ռեակտոր (ԳԳՌ):
5. Եռացրած ջրով դանդաղեցուցիչով և ջերմատարով, որը կոչվում է ջրաեռացող ջրային ռեակտոր (ՋԵՋՌ):
6. Գրաֆիտային դանդաղեցուցիչով և նատրիումային ջերմատարով ռեակտոր, որը կոչվում է գրաֆիտանատրիումային ռեակտոր (ԳՆՌ):
7. Օրգանական դանդաղեցուցիչով և ջերմատարով ռեակտոր, որը կոչվում է օրգանա-օրգանային ռեակտոր (ՕՕՌ):

Կախված իրենց նշանակությունից միջուկային ռեակտորները լինում են՝

- էներգետիկ,
 - հետազոտական և բազմանպատակ,
 - տրանսպորտային, արդյունաբերական և այլն:
- Միջուկային էներգետիկ ռեակտորներ օգտագործում են ատոմակայաններում էլեկտրաէներգիա ստանալու համար, նավահանգստային էներգետիկ կայաններում, ատոմային ջերմաէլեկտրակայաններում (ԱՋԷԿ), ինչպես նաև ատոմային ջերմակայաններում (ԱՋԿ):

Գոյություն ունեն դանդաղ և արագ նեյտրոններով աշխատող միջուկային ռեակտորներ: Ծանոթանանք դանդաղ նեյտրոններով

աշխատող միջուկային ռեակտորի կառուցվածքին և աշխատանքին: Ռեակտորի՝ ջրում տեղակայված հերմետիկ խողովակների մեջ կարող են իջեցվել ուրանի ալֆա-ձողերը, որոնց զանգվածներն առանձին-առանձին փոքր են կրիտիկական զանգվածից: Իջեցնելով կամ բարձրացնելով այդ ձողերը՝ կարելի է կառավարել ռեակտորում միջուկների ճեղքման գործընթացը: Միջուկների ճեղքումը ռեակտորում տեղի է ունենում հաստատուն արագությամբ՝ այսինքն ժամանակի ընթացքում ճեղքումների թիվը չի փոխվում: Ճեղքման հետևանքով ուրանը տրոհվում է բեկորների, որոնք թռչում են մեծ արագություններով: Բախվելով ջրի մոլեկուլներին՝ վերոգրյալ բեկորներն իրենց էներգիայի մեծ մասը փոխանցում են դրանց, ինչի հետևանքով ջուրը խիստ տաքանում է: Ջուրը կատարելով շրջապտույտ՝ իր ներքին էներգիան հաղորդում է երկրորդ կոնտուրով հոսող ջրին: Երկրորդ կոնտուրի ջուրը, ստացված ջերմաքանակի շնորհիվ, վերածվում է գոլորշու, որն էլ աստմային կայանքում կատարում է բանող մարմնի դերը, այն աշխատեցնում է էլեկտրակայանի հոսանք արտադրող գեներատորը, այնպես, ինչպես դա տեղի է ունենում ջերմային էլեկտրակայաններում:

4.4. Միջուկային ռեակտորների աշխատանքների վերլուծությունը

Հաշվի առնելով տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները՝ դիտարկենք մեր երկրում և ամբողջ աշխարհում լայն տարածում գտած երկու տեսակի ԱԷԿ-ները՝

1. մեծ հզորության ալիքային ռեակտոր (ՄՀԱՌ),
2. ջրա-ջրային էներգետիկական ռեակտոր (ՋՋԷՌ)՝
Պրանց հիմնական տարբերություններն են՝
 - ՋՋԷՌ իրանային ռեակտոր (ճնշումը պահում է ռեակտորի իրանը),
 - ՄՀԱՌ ալիքային ռեակտոր (ճնշումը պահվում է անկախ ալիքներում),
 - ՋՋԷՌ-ում դանդաղեցուցիչը և ջերմատարը հանդիսանում է ջուրը,
 - ՄՀԷՌ-ում դանդաղեցուցիչը գրաֆիտ է, ջերմատարը՝ ջուր,
 - ՋՋԷՌ-ի գոլորշին առաջանում է իրանի երկրորդ ջերմագեներատորում,
 - ՄՀԷՌ-ում գոլորշին առաջանում է անմիջապես ռեակտորի

- ակտիվ գոտում, ուղիղ գնում է տուրբին և չունի երկրորդ իրան,
- Ակտիվ գոտիների տարբերության պատճառով այս ռեակտորների չափորոշիչները նույնպես տարբեր են:

Ռեակտորի անվտանգության համար նշանակություն ունի հետևյալ չափորոշիչը. ռեակտիվության գործակիցը՝ այն կարելի է հասկանալ որպես մեծություն, որը ցույց է տալիս այս կամ այն չափորոշիչների փոփոխության ազդեցությունը ռեակտորում ընթացող շրթայական ռեակցիայի վրա: Եթե այդ գործակիցը դրական է, ապա չափորոշիչի աճման պատճառով ռեակտորում շրթայական ռեակցիան կարող է ինքնուրույնաբար աճել, վերջում դառնալ անկառավարելի և տեղի կունենա ռեակտորի արագացում: Ռեակտորի արագացման ընթացքում անջատվում է մեծ քանակությամբ ջերմություն, որը բերում է ջերմատարների հալման և դրանց հոսք դեպի ակտիվ գոտու ներքևի մաս, ռեակտորի իրանի քայքայման ու ռադիոակտիվ նյութերի արտահոսք դեպի շրջակա միջավայր:

ՋՋԷՌ-ում բավական «գրավող» է ջերմակրող-դանդաղեցուցիչի էժան լինելու փաստը, չհաշված դրա մեջ օգտագործվող ուրանի մեծ քանակության անհրաժեշտությունը: Ռեակտորի անվանումից բխում է, որ դրա մեջ և՛ որպես դանդաղեցուցիչ, և՛ որպես ջերմակրող համարվում է սովորական թեթև ջուրը, իսկ որպես վառելանյութ՝ 4,5% հարստացված ուրանը: Այն ունի 2 կոնտուր: Առաջին կոնտուրն ամբողջությամբ մեկուսացված է երկրորդից, որը զգալի նվազեցնում է մթնոլորտային արտանետումների վտանգը: Պոմպերը ջուրը մղում են դեպի ռեակտոր և ջերմափոխանակիչ: Ջուրը ռեակտորում ճնշման տակ շրջապտույտ է կատարում զուգահեռ տեղադրված շրջանատար օղակներով: Այդ տիպի ռեակտորն ունի 6 շրջանատար օղակ, որից յուրաքանչյուրը բաղկացած է շոգեզենեքատորից, գլխավոր շրջատար պոմպից և 2 փակման սեղմակից:

Ռեակտորի տրամագիծը 3,5-5 մ է, իսկ բարձրությունը՝ 10-12մ: Ռեակտորի մեջ հատուկ հանքահորում տեղադրված են ջերմասարտադրող տարրեր (ՋՄՏ), որոնք իրենցից ներկայացնում են ուրանի երկօքսիդ 15-30 մմ բարձրության հաբերի տեսքով՝ տեղադրված ցիրկոնի համաձուլվածքից պատրաստված խողովակի մեջ, որը և կազմում է ՋՄՏ-ի թաղանթը: Ուրանային հաբերը տեղադրվում են թաղանթի մեջ 0,05-0,2 մմ բաժակով, քանի որ հետագա աշխատանքի ընթացքում դրանցում անջատվող կրիպտոն և

քսենոն գազերը բերում են ծավալի մեծացման: Ռեակտորի բեռնման հարմարավետության համար ՋԱՏ-երը միավորվում են ենթախմբերով «կասետներով»: ՋԱՏ-երի թիվը կասետի մեջ կարող է կազմել մի քանի հարյուր, իսկ դրանց քանակը ռեակտորում՝ 300 և ավելի:

Ռեակտորի իրանը տեղադրված է բետոնե հանքահորում: Հանքահորի պատերը ծառայում են ուժգին իոնիզացնող ճառագայթումից կենսաբանական պաշտպանության համար: Ռեակտորի իրանի և բետոնե հանքահորի միջև տեղադրում են պաշտպանությունն ապահովող 1 մ հաստությամբ ջրային շերտ: Տարին մեկ անգամ ռեակտորը կանգնեցնում են նոր վառելիքի բեռնման համար: Այդ գործընթացն իրականացնում են թաց մողեղով, որի դեպքում վառելիքով կասետի արտահանումը կատարվում է ջրի շերտի տակ: Ջուրն այս դեպքում ապահովում է անձնակազմի կենսաբանական պաշտպանությունը և անընդհատ անջատվող ջերմության հեռացումը: Միջուկային անվտանգության ապահովման նպատակով ռեակտոր է ներմուծվում բարձր խտության բորաթթվի լուծույթ: Նոր և հին կասետների փոխատեղումը կատարվում է նախօրոք հաշվարկված և փորձարկված ձևով այնպես, որ թույլ չտրվի միջուկային վառելիքի կրիտիկական զանգվածի առաջացումը: Փոխատեղման գործընթացն իրականացվում է մեքենայի միջոցով: Այս տիպի ռեակտորը երկկոնտուրային է: Առաջին կոնտուրը բաղկացած է ռեակտորից, շրջանատար պոմպից և խողովակաշարից, որով ջուրը ռեակտորից տեղափոխվում է շոգեգեներատոր: Երկրորդ կոնտուրին պատկանում են շոգեգեներատորը, տուրբոգեներատորը և այն խողովակաշարը, որով ջուրը շոգեգեներատորից անցնում է մեքենայական բաժանմունք:

Ռեակտորի աշխատանքի կառավարումն իրականացվում է ուրանային հանքահաբերով լցված ձողերի միջոցով: Դրանցից առաջինը կատարում է սարքի հզորության կարգավորման գործառույթ, երկրորդը՝ ռեակտորի վթարային արագ կանգնեցում:

ՋՋԷՌ ռեակտորի ակտիվ գոտին ունի ամուր մետաղական իրան, որը չնախատեսված իրավիճակներում ընդունակ կլինի չեզոքացնել հնարավոր վթարը: Իրանն ամբողջությամբ լցված է ջրով՝ բարձր ճնշման տակ, ակտիվ գոտու կենտրոնում տեղադրված է վառելիքաջրային միջուկ (ՎՋՄ) 20-25 սմ քայլով: Ռեակտորին ջուր տրվում է ներքևից: Ռեակտորը վերևից փակվում է մետաղական

կափարիչով, որը հերմետիկացնում է իրանը և հանդիսանում է մարտապաշտպանիչ:

Աղ. 10-ում բերված է ԹԶԳՌ-ի (թեթև ջրային գրաֆիտային ռեակտոր) և ՋՋԷՌ-ի ռադիոակտիվության գործակիցները:

Աղյուսակ 10.

ԹԶԳՌ և ՋՋԷՌ ռադիոակտիվության գործակիցը

Ռեակտիվության գործակից	ՋՋԷՌ	ԹԶԳՌ
Գոլորշային (ակտիվ գոտում գոլորշու առկայության դեպքում)	— (ակտիվ գոտում գոլորշու հայտնվելու դեպքում ռեակտորը հանգչում է)	+ (ակտիվ գոտում գոլորշու հայտնվելու դեպքում ռեակտորը թափ է հավաքում)
Ջերմատարի ջերմաստիճան	— (ջերմատարի ջերմաստիճանը բարձրանալու դեպքում ռեակտորը հանգչում է)	+ (ջերմատարի ջերմաստիճանը բարձրանալու դեպքում ռեակտորը թափ է հավաքում)
Ջերմատարի խտության	— (ջերմատարի հզորության փոքրանալու դեպքում ռեակտորը հանգչում է)	+ ջերմատարի հզորության փոքրանալու դեպքում ռեակտորը թափ է հավաքում)

ԹԶԳՌ-ն ավելի քիչ վառելանյութ է պահանջում և տրոհվող նյութեր առաջացնելու ավելի մեծ հնարավորություն ունի: Ունի անընդմեջ շահագործման ցիկլ, բայց շահագործման տեսանկյունից պոտենցիալ վտանգն առավել մեծ է: Այդ վտանգի աստիճանը կախված է համակարգի վթարային պաշտպանության որակից և շահագործող անձնակազմի որակից: Բացի դրանից, ԹԶԳՌ-ում բացակայում է երկրորդ կոնտուրը, ուստի շահագործման ընթացքում դեպի մթնոլորտ առավել շատ ռադիոակտիվ արտանետում է լինում:

ՋՋԷՌ տիպի ռեակտորները շահագործման տեսանկյունից բավականին անվտանգ են, բայց դրանց աշխատանքի համար պահանջվում է բարձր հարստացված ուրան: ԹԶԳՌ ռեակտորներն անվտանգ են միայն ճիշտ շահագործման և լավ աշխատող պաշտպանիչ համակարգի դեպքում, բայց կարող են օգտագործել քիչ հարստացված վառելանյութ և նույնիսկ ՋՋԷՌ-ի օգտագործած վառելանյութը:

Նկ. 4ա)-ում պատկերված է միակոնտուր ԱԷԿ-ի սխեման: Միակոնտուր ԱԷԿ-ներում ջերմակիրը և աշխատող մարմինը նույնն են: Այդպիսի ԱԷԿ-ներում կարող են օգտագործվել ինչպես ճնշումային ջրային (ջրա-ջրային) ռեակտորներ, այնպես էլ թեթև ջրային գրաֆիտային դանդաղեցուցիչով և բարձր ջերմաստիճանային գազով հովացվող ռեակտորներ: Ռեակտորում տեղի է ունենում ջերմակրի՝ թեթև ջրի գոլորշիացում կամ գազի տաքացում, այնուհետև առաջացած գոլորշին (տաքացած գազը) ուղարկվում է տուրբին, որտեղ այն ընդարձակվում է, կատարում մեխանիկական աշխատանք և գեներատորում փոխակերպվում էլեկտրական էներգիայի: Տուրբինում աշխատած շոգին ամբողջովին գոլարշանում է կոնդենսատորում և կոնդենսատոր պոմպերով (գազային ջերմակրի դեպքում՝ կոմպրեսորով) ռեգեներատիվ տաքացուցիչների համակարգի միջով վերադարձվում է ռեակտոր: Հավասար պայմանների դեպքում միակոնտուր ԱԷԿ-ների տնտեսական շահավետության գործակիցն ավելի բարձր է, իսկ ըստ սարքավորումների կազմի՝ ավելի պարզ: Մակայն միակոնտուր ԱԷԿ-ների շահագործման ընթացքում սարքավորումների մակերևույթի վրա առաջանում է ռադիոակտիվ նստվածք, որը զգալիորեն բարդացնում է դրանց շահագործումն ու վերանորոգումը և պահանջում է խիստ հազեցված կենսաբանական պաշտպանություն:

Երկկոնտուր ԱԷԿ-ներն ամենաշատ տարածվածներն են: Հիշյալ տեսակի ԱԷԿ-ներում ջերմակիրը և աշխատող մարմինը տարբեր են (նկ. 4բ): Այն կոնտուրը, որտեղ շրջանառություն է կատարում ջերմակիրը, կոչվում է առաջնային, իսկ այն կոնտուրը, որտեղ շրջանառություն է կատարում աշխատող մարմինը՝ երկրորդային:

Երկկոնտուր ԱԷԿ-ների ռեակտորում տաքացած ջերմակիրն ուղարկվում է շոգեգեներատոր, որտեղ այն իր ջերմությունը փոխանցում է աշխատող մարմնին, որն այդ ջերմության հաշվին գոլորշիանում է: Շոգեգեներատորներում առաջացած շոգին ուղարկվում է տուրբին: Երկկոնտուր ԱԷԿ-ի առաջին կոնտուրն ռադիոակտիվ է և գտնվում է կենսաբանական պաշտպանության ներսում: Ռեակտորն ունի հուսալի և արդյունավետ պաշտպանության համակարգեր: Երկրորդ կոնտուրը, որպես կանոն, ռադիոակտիվության տեսանկյունից անվտանգ է, քանի որ ջերմակիրը չի խառնվում աշխատող մարմնի հետ, հետևապես

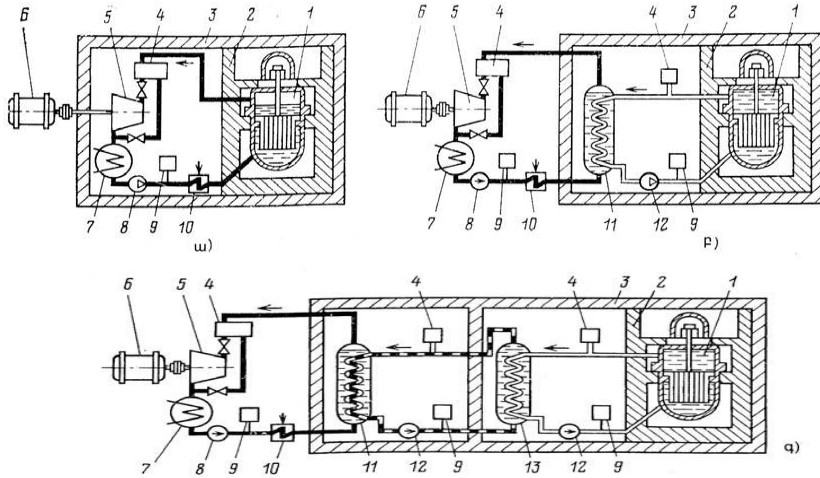
երկրորդ կոնտուրի ջուրն ու շոգին կարելի է ընդունել որպես սովորական ՋԷԿ-ում օգտագործվող շոգի և ջուր: Երկկոնտուր ԱԷԿ-ների պարտադիր հանգույց են շոգեզենեքատորները, որոնք զգալիորեն բարդացնում են երկկոնտուր ԱԷԿ-ի տեխնոլոգիական սխեման: Բացի դրանից, որպեսզի շոգեզենեքատորներում առաջին կոնտուրի ջերմակրից ջերմությունը փոխանցվի երկրորդ կոնտուրի աշխատող մարմնին, անհրաժեշտ է, որ առաջին կոնտուրի ջերմակրի ջերմաստիճանը լինի 10-15°C-ով ավելի բարձր, քան երկրորդ կոնտուրում շոգու ջերմաստիճանն է: Այս պայմանն ապահովելու համար ՋՋԷՌ տեսակի ռեակտորների առաջին կոնտուրում անհրաժեշտ է ճնշումը պահել զգալիորեն բարձր, քան երկրորդ կոնտուրի գոլորշու ճնշումն է: Այսպիսով՝ ռեակտորում ջերմակրի ճնշման հավասարության դեպքում երկկոնտուր ԱԷԿ-ների ջերմային օգտակար գործողության գործակիցն (ՕԳԳ) ավելի ցածր է, քան միակոնտուր ԱԷԿ-ների ՕԳԳ-ն:

Գազային կամ օրգանական ջերմակրով ռեակտորներում ջերմակրի ճնշումն առաջին կոնտուրում կարող է լինել ավելի ցածր, քան երկրորդ կոնտուրում աշխատող մարմնի ճնշումը:

Եռակոնտուր ԱԷԿ-ներում առաջին կոնտուրի ջերմակիրը և աշխատող մարմնին իրարից առանձնացված են ոչ ռադիոակտիվ միջանկյալ կոնտուրով (նկ. 4գ): Եռակոնտուր ԱԷԿ-ներում օգտագործվում են ռեակտորներ, որոնք հովացվում են հեղուկ ալկալիական մետաղներով, օրինակ՝ նատրիումով: Հեղուկ նատրիումը, շրջանառություն կատարելով ռեակտորի ակտիվ գոտում, ձեռք է բերում բարձր ակտիվություն՝ արագ նեյտրոնների հաշվին ակտիվանալու հետևանքով: Ալկալիական մետաղներն ակտիվ կերպով փոխազդում են (քիմիական ռեակցիայի մեջ են մտնում) ջրի և ջրային գոլորշու հետ: Որպեսզի բացառվի շոգեզենեքատորում եղած ռադիոակտիվ հեղուկ նատրիումի և ջրի փոխազդեցությունը, դրա համար ռեակտորային տեղակայանքում ստեղծվում է երրորդ միջանկյալ կոնտուրը:

Առաջին կոնտուրում շրջանառություն է կատարում ռադիոակտիվ նատրիումը, որի եռման բարձր ջերմաստիճանի շնորհիվ առաջին կոնտուրում ճնշումը պահվում է մոտ 1 ՄՊա, ինչը պայմանավորված է հիմնականում շրջանառության կոնտուրի հիդրավլիկական դիմադրությամբ: Ջերմությունն առաջին կոնտուրի ռադիոակտիվ նատրիումից միջանկյալ ջերմափոխանակչում

փոխանցվում է միջանկյալ կոնտուրի ջերմակրին, որը նույնպես հեղուկ նատրիում է: Միջանկյալ կոնտուրում ճնշումը պահվում է ավելի բարձր, քան առաջին կոնտուրում, որպեսզի բացառվի ռադիոակտիվ նատրիումի ներթափանցումը միջանկյալ կոնտուր և ապահովվի միջանկյալ կոնտուրի մաքրությունը ռադիոակտիվությունից: Միջանկյալ կոնտուրից ջերմությունը շոգեգեներատորում փոխանցվում է աշխատող մարմնին՝ ջրին, որը գոլորշիանում է: Եռակոնտուր ԱԷԿ-ների շոգեգեներատորի կառուցվածքը թույլ է տալիս դրանում առաջացած ջրային գոլորշին գերտաքացնել մինչև 450-570°C, առանց առաջին կոնտուրում հեղուկ նատրիումի ճնշման բարձրացման: Եռակոնտուր ԱԷԿ-ները, ըստ կապիտալ ծախսերի, ամենաթանկն են, և այդ պատճառով տարածում չեն գտել:



Նկ. 4. ԱԷԿ-ների դասակարգումը՝ ըստ կոնտուրների.

ա) - միակոնտուր ԱԷԿ, բ) - երկկոնտուր ԱԷԿ, գ) - եռակոնտուր

1.միջուկային ռեակտոր, 2.առանձին կենսաբանական պաշտպանություն, 3.երկրորդային կենսաբանական պաշտպանություն, 4.երկրորդ կոնտուրի ճնշման կարգավորիչ, 5.շոգե (գազա) տուրբին, 6.էլեկտրագեներատոր, 7.կոնդենսատոր, 8.սնող պոմպ (կոմպրեսոր), 9.պաշարային ծավալ՝ ջերմակրի (աշխատող մարմնի) ընդարձակվող մասի պահման համար, 10.ռեգեներատիվ տաքացուցիչներ, 11.շոգեգեներատորներ, 12.ջրջանառության պոմպ (գազամղիչ), 13.միջանկյալ ջերմափոխանակիչ

Ծանուցում: Հայկական ատոմային էլեկտրակայանը (այսուհետ՝ ՀԱԷԿ) ունի «ՋՋԷՌ-440» տիպի 2 ռեակտոր՝ 2x 407.5 ՄՎտ հզորությամբ: ՀԱԷԿ-ը գտնվում է Արմավիրի մարզում՝ Արարատյան դաշտավայրի

արևմտյան հատվածում: Այն տեղակայված է Երևան քաղաքից 28 կմ դեպի արևմուտք, Արմավիր քաղաքից դեպի հյուսիս-արևելք՝ 8.5 կմ հեռավորության վրա: Ծովի մակերևույթից ՀԱԷԿ-ի միջին բարձրությունը կազմում է 934.5 մ, իսկ ընդհանուր զբաղեցրած տարածքը՝ 24 հա:

ՀԱԷԿ-ից 16 կմ դեպի հարավ ՀՀ պետական սահմանն է Թուրքիայի հետ: Քամու միջին արագությունը չի գերազանցում 3մ/վրկ-ը, իսկ հիմնական ուղղություններն են՝ հյուսիս-արևելյան և արևելյան: ՀԱԷԿ-ը տեղակայված է 8 բալանոց սեյսմիկ գոտում:

Ջրամատակարարման համակարգը բաց է, ջրի շրջատույտն իրականացվում է ջրանցքներով և խտարաններով:

ՀԱԷԿ-ի անհրաժեշտ տեխնիկական ջրի մատակարարումն իրականացվում է Սևջուր գետից պոմպակայանի միջոցով՝ երկու ջրատար գծերով: Ջրամատակարարման աղբյուրը գտնվում է ատոմակայանից 7.5 կմ հարավ-արևելք (ՀԱԷԿ-ի նիշից 100մ ցածր):

Խմելու և հրդեհային անվտանգության համար անհրաժեշտ ջրով ապահովումն իրականացվում է Կուլիբեկի աղբյուրներից:

ՀԱԷԿ-ի և հարթակում գտնվող մյուս կազմակերպությունների անձնակազմի թիվը կազմում է 2410 մարդ, հերթափոխի թիվը ցերեկային ժամերին մոտ 1250, գիշերային ժամերին՝ մոտ 125 մարդ: Անձնակազմի պատասխարման համար առկա են 4 ապաստարան, որոնցում կարող են պատասխարվել 1080 մարդ (220+160+600+100): ՀԱԷԿ-ից դեպի հյուսիս ձգվում են 110 և 220 կՎ լարման էլեկտրահաղորդման գծեր:

Պահեստային կաթսայատան գազամատակարարումն իրականացվում է Երևան-Արմավիր գազատարից:

ՀԱԷԿ-ն Արմավիր քաղաքի երկաթուղային կայարանի հետ կապված է 14 կմ երկաթգծով, իսկ Երևան-Արմավիր ավտոմայրուղու հետ՝ 6.5 կմ երկարության ասֆալտապատ ճանապարհով:

Ի սկզբանե, մինչև 1988 թ. երկրաշարժը, երբ սեյսմիկ վտանգը թերագնահատված էր ամբողջ հանրապետությունում, Մեծամորի ատոմակայանը նախատեսված էր 8 բալ երկրաշարժ դիմակայելու համար, սակայն այն կարող է դիմանալ 9 բալանոց երկրաշարժերին: Միջազգային փորձագետներն ու տեղական մասնագետները վստահեցնում են, որ ՀԱԷԿ-ը 6 բալից բարձր երկրաշարժի դեպքում կաշխատի անխափան, անվտանգ և անմիջապես կգործի վթարային պաշտպանության սեյսմիկ համակարգը:

4.5. Ճառագայթային վթար

Ճառագայթային վթարը կարող է հանգեցնել կամ հանգեցրել է շրջակա միջավայրի ռադիոակտիվ աղտոտման և /կամ թույլատրված սահմանների գերազանցմամբ անձնակազմի և/կամ բնակչության հնարավոր ճառագայթահարման:

Տեղային վթար. տարածքում անվտանգության համակարգի զգալի թուլացում և ճառագայթման բարձր դոզաներ:

Ընդհանուր վթար. տարածքից դուրս ուժեղ արտանետման բարձր ռիսկ, ակտիվ գոտու իրական վնասներ, բարձր դոզաներ:

Նախագծային վթար. երբ նախագծով արդեն որոշվում են ելքային տվյալները և նախատեսվում անվտանգության համակարգերը՝ ելնելով միակ պաշտպանական համակարգի խափանման սկզբունքից կամ որևէ անհայտ ելքային երևույթներից:

Նախագծային վթարը համարվում է անվտանգության համակարգի նախագծման հիմքը: Այս վթարի պլանավորման ժամանակ պետք է հաշվի առնել վթարի բոլոր տեսակները:

Արտանախագծային վթար. երբ առաջանում է այնպիսի ելակետային միջադեպի հետևանքով, որը ներառված չի նախագծային վթարների ցանկում կամ ներառված է, բայց ուղեկցվում է անվտանգության համակարգերի լրացուցիչ խափանումներով (եզակի խափանման սկզբունքից բացի), կամ անձնակազմի սխալ որոշումների իրականացմամբ, որոնք կարող են բերել ծանր հետևանքի կամ միջուկային վառելիքի հալման:

Միջուկային ռեակտորների վտանգի փաստերը բավականին շատ են:

4.5.1. Համաշխարհային պատմությանը հայտնի ԱԷԿ-ների վթարներ

ԱԷԿ-ների շահագործման համաշխարհային պատմությանը հայտնի են բազմաթիվ վթարների օրինակներ, որոնք տեղի են ունեցել Կանադայում, ԱՄՆ-ում, Ֆրանսիայում, Անգլիայում, Հարավսլավիայում, Ուկրաինայում և Ճապոնիայում:

Համաձայն Միջուկային իրադարձությունների գնահատման միջազգային սանդղակի, բոլոր միջուկային միջադեպերը գնահատվում են 8-րդ աստիճանի համակարգում: 2011թ. 2 վթար,

գնահատվել է 7-րդ աստիճանի Չեռնոբիլում և 7-րդ աստիճանի՝ Ֆուկուսիմա 1-ում:

Դիտարկենք աշխարհում տեղի ունեցած ճառագայթային կամ միջուկային խոշոր վթարներն ու պատահարները:

Ֆուկուսիմա, վթար ճապոնիայում 2011 թ., 7-րդ մակարդակ: *Ֆուկուսիմա-1 ատոմակայանում* խոշոր ճառագայթային վթարը (ճապոնական պաշտոնյաների հայտարարությամբ՝ INES-ի սանդղակով 7-րդ աստիճանի) տեղի է ունեցել 2011թ. մարտի 11-ին ճապոնիայում ուժեղ երկրաշարժի և դրան հաջորդող ցունամիի հետևանքով: Այդ վթարը համարվում է Չեռնոբիլի ատոմակայանից հետո ատոմակայանների հետ կապված ամենախոշորը:

Չեռնոբիլ, վթար Ուկրաինայում, 7-րդ մակարդակ: 1986թ-ի ապրիլի 26-ին, Չեռնոբիլի ատոմակայանի 4-րդ էներգաբլոկում պայթյուն էր տեղի ունեցել, որը լիովին ավերել էր ռեակտորը: Էներգաբլոկի շենքը մասամբ փլուզվել էր: Տարբեր սենյակներում և տանիքի վրա կրակ էր սկսվել: Պայթյունը հանգեցրել էր ռադիոակտիվ նյութերի շրջակա միջավայր արտանետվելուն, այդ թվում ներառյալ ուրանի իզոտոպներ, պլուտոնիում, ¹³¹I (քայքայման տևողությունը՝ 8 օր), ¹³⁴Cs (քայքայման տևողությունը՝ 2 տարի), ¹³⁷Cs (քայքայման տևողությունը՝ 33 տարի), ⁹⁰Sr (քայքայման տևողությունը՝ 28 տարի):

Ատոմակայանի տարածքում շուրջ 30 կիլոմետր շառավղով արգելված գոտի է: Արգելված գոտուց ներս լքված քաղաքներ ու բնակավայրեր են:

Քիշիթիմ, 6-րդ մակարդակ: «Քիշիթիմի վթարը» ճառագայթային տեխնածին մեծ վթար էր, որը տեղի էր ունեցել 1957թ.-ի սեպտեմբերի 29-ին, Չեյաբինսկ-40 փակ քաղաքում գտնվող Մայակ քիմիական գործարանում: Քաղաքը կոչվում է Օզերսկ, վթարը՝ Քիշիթիմյան, որովհետև Օզերսկ քաղաքը գաղտնիացված էր և բացակայում էր քարտեզներից մինչև 1990 թ.: Քիշիթիմը դրան ամենամոտ քաղաքն էր:

1957թ-ի սեպտեմբերի 29-ին, սառեցման համակարգի խափանման հետևանքով պայթյուն էր տեղի ունեցել 300 մ³ ծավալով տարայում, որը պարունակում էր մոտ 80 մ³ բարձր ռադիոակտիվ միջուկային թափոններ:

ԱԷԿ-ի վթար Տրի-Մայլ-Այլենդում, 5-րդ մակարդակ: Մինչ Չեռնոբիլի վթարը Տրի-Մայլ-Այլենդում ԱԷԿ-ի վթարը

(Three Mile Island accident) միջուկային էներգիայի պատմության ամենախոշոր վթարներից էր: Այն տեղի էր ունեցել 1979 թ.-ի մարտի 28-ին Տրի-Մայլ-Այլենդի ԱԷԿ-ում, որը տեղակայված էր Հարիսբուրգի (Փենսիլվանիա, ԱՄՆ) մոտ գտնվող Մուսուկևան գետի վրա:

Վթարի հետևանքների վերացման աշխատանքները սկսվել են 1979 թ.-ի օգոստոսին և պաշտոնապես ավարտվել 1993թ.-ի դեկտեմբերին: Վթարի հետևանքների վերացման արժեքը կազմել են 975 միլիոն դոլար:

Վթար «Կրասնոյե Սոբոլովո» գործարանում, 5-րդ մակարդակ: «Կրասնոյե Սոբոլովո» գործարանի ճառագայթային վթարը տեղի էր ունեցել 1970թ.-ի հունվարի 18-ին, «Կրասնոյե Սոբոլովո» գործարանում միջուկային K-320 նախագծի 670 «Սկատ» սուզանավի շինարարության ժամանակ:

K-320 միջուկային սուզանավը կառուցելիս, երբ այն գտնվում էր նավաշինարանում, եղել էր ռեակտորի անօրինական գործարկում, որն աշխատել էր առավելագույն հզորությամբ ավելի քան 15 վայրկյան: Գործարանում կար մոտ 1000 աշխատող: Տարածքի ռադիոակտիվ աղտոտումից հնարավոր եղավ խուսափել փակ գործարանի պատճառով: Վթարի վերացման հիմնական աշխատանքները շարունակվել են մինչև 1970 թ. ապրիլի 24-ը: Աշխատանքներին մասնակցել էր ավելի քան հազար մարդ:

Վթար Չաժմանի ծովածոցում, 5-րդ մակարդակ: Չաժմանի ծովածոցում ճառագայթային վթարը՝ խաղաղօվկիանոսյան նավատորմի միջուկային սուզանավում տեղի ունեցած միջուկային էներգիայի սարքավորումների վթարն էր, որը հանգեցրել էր մարդկային կորուստների և շրջակա միջավայրի ռադիոակտիվ աղտոտման: Վթարը տեղի էր ունեցել 1985թ.-ի օգոստոսի 10-ին, 675 նախագծի K-431 միջուկային սուզանավում, որը գտնվում էր ռազմածովային նավատորմի նավերի վերանորոգման գործարանում, որտեղ իրականացվում էր ռեակտորի ակտիվ գոտիների վերալիցքավորում: Աշխատանքն իրականացվում էր միջուկային անվտանգության և տեխնոլոգիաների պահանջների խախտմամբ, օգտագործվում էր չթույլատրվող բարձրացնող սարքավորումներ: Արդյունքում՝ ռեակտորում ջերմային պայթյուն էր տեղի ունեցել: Պայթյունի կենտրոնում, գիտնականների կարծիքով, ճառագայթման մակարդակը ժամում 90 հազար ռենտգեն է եղել, որը հանգեցրել էր մարդկանց անմիջական մահվան:

Ռադիոակտիվ աղտոտում Գոյանիյայում, 5-րդ մակարդակ:
Գոյանիյայի ռադիոակտիվ աղտոտումը տեղի է ունեցել Բրազիլիայի Գոյանիյա քաղաքում:

1987թ.-ի սեպտեմբերի 13-ին լքված հիվանդանոցից կողոպտիչների կողմից գողացվել էր ռադիոթերապևտիկ սարքավորում, որը պարունակում էր ռադիոակտիվ ^{137}Cs իզոտոպ ցեզիումի քլորիդի տեսքով, որից հետո այն դեն էր նետվել: Սակայն որոշ ժամանակ անց այն հայտնաբերվել էր աղբավայրում և գրավել աղբավայրի սեփականատիրոջ ուշադրությունը, ով հետո բերել էր ռադիոակտիվ ճառագայթման բժշկական աղբյուրն իր տուն և հարևաններին, հարազատներին ու ընկերներին հրավիրել էր նայելու փայլող կապույտ փոշուն: Աղբյուրի փոքրիկ բեկորներին ձեռք էին տալիս, փոխանցում այլ մարդկանց որպես նվերներ, և արդյունքում սկսվում էր ռադիոակտիվ աղտոտման տարածումը: Ավելի քան երկու շաբաթվա ընթացքում նոր մարդիկ էին շփվում ցեզիումի քլորիդի հետ, և նրանցից ոչ ոք չգիտեր դրա հետ կապված վտանգի մասին:

Բարձր ռադիոակտիվ փոշու տարածման և տարբեր առարկաների հետ շփման արդյունքում, կուտակվել էր մեծ քանակությամբ ճառագայթմամբ աղտոտված առարկաներ, որոնք հետագայում թաղվել էին քաղաքի ծայրամասերից մեկի լեռնոտ տարածքում՝ մոտակա մակերեսային պահեստում: Այդ տարածքը կարող է օգտագործվել միայն 300 տարի անց:

Գոյանիյայում տեղի ունեցած վթարը գրավեց միջազգային հանրության ուշադրությունը: Մինչև 1987 թ. տեղի ունեցած միջադեպը ոչ ոք չգիտեր, որ ճառագայթման աղբյուրներն իրենց ստեղծման պահից մինչև ոչնչացման պահը պետք է լինեն վերահսկողության տակ: Սակայն Գոյանիյայում տեղի ունեցած միջադեպից հետո այդ հարցերի հանդեպ վերաբերմունքը վերանայվեց: Արդյունքում՝ **ատոմային էներգիայի միջազգային գործակալությունը** (ՄՍԳՍԵ, МАГАТЭ, IAEA) ներդրեց ռադիոակտիվ աղբյուրների համար խիստ անվտանգության չափանիշներ և դրանց պահպանման համար սահմանվեց ավելի խիստ վերահսկողություն:

Վթար Ուինդսկեյթում գրաֆիտի բռնկմամբ, 5-րդ մակարդակ
(անգլ. Windscalefire) խոշոր ճառագայթային վթար, որը տեղի է ունեցել 1957թ.-ի հոկտեմբերի 10-ին «Սեւլափիլդ» միջուկային համալիրի երկու ռեակտորներից մեկում, Անգլիայի

հյուսիս-արևմուտքում գտնվող Քամբրիա կոմսությունում:

Ջենքերի համար պլուտոնիում արտադրելու օդային սառեցման համակարգով գրաֆիտի ռեակտորում հրդեհի արդյունքում տեղի ունեցավ ռադիոակտիվ նյութերի մեծ քանակության արտանետում: Վթարը համապատասխանում է միջազգային սանդղակով միջուկային իրադարձությունների (INES) 5-րդ մակարդակին և Մեծ Բրիտանիայի ատոմային արդյունաբերության պատմության մեջ ամենամեծն է:

Վթար միջուկային օբյեկտ Տոկայմուրայում, 4-րդ մակարդակ:

Տոկայմուրայի ատոմակայանում 1999թ-ի սեպտեմբերի 30-ին տեղի էր ունեցել վթար: Այն ճապոնիայում ամենաբարդ վթարն էր, որը ներառում էր միջուկային էներգիայի խաղաղ օգտագործումը:

Այս վթարը Միջազգային միջուկային իրադարձությունների սանդղակով համապատասխանում էր 4-րդ մակարդակին: ՄԱԳԱՏԷ-ի եզրակացությունների համաձայն վթարի պատճառ դարձավ «մարդկային սխալը և անվտանգության սկզբունքների լուրջ արհամարհումը»:

Այս ամենի վերլուծությունից պարզ է դառնում, որ ատոմային էլեկտրակայաններում վթարների կամ միջադեպերի հիմնական պատճառը հանդիսանում է անվտանգության մշակույթի ցածր մակարդակը կամ դրա բացակայությունը, ինչպես նաև աշխատողների ոչ բավարար տեղեկացվածությունն անվտանգության կանոնների վերաբերյալ, դրանց կիրառումն ու պահպանումը:

4.5.2. Ֆուկուսիմա Դայիչի ԱԷԿ-ի վթարը

2011թ. մարտի 11-ին Ֆուկուսիմա Դայիչի ԱԷԿ-ում տեղի էր ունեցել վթար, որը հետևանք էր ճապոնիայի հյուսիս-արևելքի ավիամերձ տարածքում տեղի ունեցած երկրաշարժին և դրա արդյունքում առաջացած ցունամիին: Դայիչի ԱԷԿ-ում տեղի ունեցած վթարի հիմնական պատճառը բարձր բալայնությամբ երկրաշարժն էր, որը համարվում էր հնարավոր նախագծային վթարներից ամենավատը: Սակայն ԱԷԿ-ի էներգաբլոկները երկրաշարժի հանդեպ դրսևորեցին բավականին կայունություն: Պաշտպանության համակարգերն անվտանգ կանգնեցրին էներգաբլոկները: Հաշվի առնելով էներգաբլոկների տեղակայման հարթակում ցունամիի հնարավոր առկայությունը՝ էներգաբլոկները պաշտպանիչ պատով առանձ-

նացված են եղել ծովից: Սակայն Ճապոնիայի հյուսիս-արևելքի ավազաները տարածքում տեղի ունեցած երկրաշարժին հետևած ցունամիի ալիքի բարձրությունը գերազանցել էր պաշտպանիչ պատնեշի բարձրությանը, որի հետևանքով ամբողջովին ավերվել էր քաղաքային ենթակառուցվածքները, ներառյալ էլեկտրական: Արդյունքում՝ էներգաբլոկները հոսանքազրկվել էին, պոմպերը չէին կարողացել հովացնող ջուր մատակարարել էներգաբլոկների ակտիվ գոտի և աշխատած միջուկային վառելիքի թաց եղանակով պահման պահեստարաններ: Ատոմային կայանի պահուստային էլեկտրական մարտկոցներն ունակ էին պոմպերին հոսանք մատակարարել ոչ ավելի քան 8 ժամ: Դրանից հետո սկսվել էր էներգաբլոկների ակտիվ գոտում ջրի մակարդակի անկում, որի հետևանքով ռեակտորներում տեղի էր ունեցել միջուկային վառելիքի քայքայում, առաջացնելով ջրածնի պայթյուններ և ռադիոակտիվ նյութերն արտանետվել էին շրջակա միջավայր: Դայիչի ԱԷԿ-ում տեղի էր ունեցել ոչ միայն միջուկային վառելիքի քայքայում, այլև դրանց հալում և ակտիվ գոտու քայքայում: Սակայն էներգաբլոկների պաշտպանիչ թաղանթները մնացել էին ամողջական, որը և հիմնական տարբերությունն էր 25 տարի առաջ Ուկրաինայում՝ Չեռնոբիլի ԱԷԿ-ի 4-րդ էներգաբլոկում տեղի ունեցած վթարից: Չեռնոբիլի ԱԷԿ-ի 4-րդ էներգաբլոկի միջուկային վառելիքը հիմնականում արտանետվել էր շրջակա միջավայր, իսկ էներգաբլոկի կառավարման համակարգում բռնկվել հրդեհ:

4.5.3. Չեռնոբիլյան աղետի հետևանքները

Ատոմային էներգետիկայի պատմության մեջ աննախադեպ վթար էր 1986թ.-ի ապրիլի 26-ին Չեռնոբիլի ԱԷԿ-ում պլանային կանգառի ժամանակ ԹՉԳՌ-1000 տիպի ռեակտորի պայթյունը, որի թողած հետևանքների մասշտաբները հսկայական էր, երբեմն նույնիսկ աներևակայելի: Այն պատճառ դարձավ մարդկային զոհերի, հազարավոր մարդկանց ճառագայթահարման, հսկայական նյութական և ֆինանսական կորուստների, խաթարվեց բազմաթիվ մարդկային ճակատագրեր:

1986թ.-ին ԱԷԿ-ի հարակից 30 կմ շառավղով տարածքից տարհանվել էր 115 հազար և ավելի մարդ, իսկ հետագա տարիներին վարակված տարածքներից տեղահանվել ևս 200 հազար մարդ:

Վարակվել էր գյուղատնտեսական նշանակության մոտ 5 միլիոն հա հողատարածք: Վթարի հետևանքների վերացմանը մասնակցել էր առավել քան 600 000 մարդ: Որոշ տվյալներով վթարի պահին ռեակտորում եղել էր մոտ 200 տ վառելանյութ (ուրանի երկօքսիդ) և մեծ քանակությամբ գրաֆիտ: Վթարից հետո մթնոլորտ էր արտանետվել 120 տ վառելանյութ (երկարակյաց ռադիոնուկլիդներ) և 700 տ ռադիոակտիվ գրաֆիտ, այսինքն շրջակա միջավայր է արտանետվել 600 անգամ շատ ռադիոակտիվ նյութ, քան 1945թ.-ին Խերոսիմայում տեղի ունեցած ատոմային ռումբի պայթյունի ժամանակ:

Վթարի հիմնական վնասակար գործոնը տարածքների ռադիոակտիվ աղտոտումն էր: Ինչպես ցույց է տվել հետագա հետազոտությունները, առաջին շաբաթներում բնակչության համար հիմնական վտանգը ռադիոակտիվ յոդն էր (կիսատրոհման ընթացքը 8 օր), իսկ հետագայում ստրոնցիումի և ցեզիումի իզոտոպները, որոնց կիսատրոհման ընթացքը մոտ 30 տարի է: Վերոգրյալ իզոտոպները հողում մնում են հարյուրավոր և նույնիսկ հազարավոր տարիներ, չնայած դրանց քանակը քիչ էր:

Հողի վերին շերտի վարակվածության գնահատման համար ընտրվել էր ^{137}Cs պայմանավորված դրա կիսատրոհման երկարակեցությամբ և այն պատճառով, որ այն արտանետում է գամմա-բետա ճառագայթ, հետևաբար, զգալի ազդեցություն է ունենում բնակչության ողջ կյանքի ընթացքում արտաքին և ներքին ճառագայթահարման արդյունաբար դոզայի վրա:

ԱԷԿ-ի վթարի վայրում աշխատող և մերձակայքում բնակվող բնակչության համար ճառագայթման դոզաները համեմատաբար փոքր էր: Չեռնոբիլի վթարի հետևանքով ճառագայթահարման ենթարկված քաղաքացիների միջին ճառագայթային դոզանները ներկայացված են աղ. 11-ում.

Աղյուսակ 11.

Չեռնոբիլի վթարի հետևանքով ճառագայթահարման ենթարկված անձանց միջին կուտակային դրժաները

<i>Մարդկանց խմբեր</i>	<i>Թվաքանակը, մարդ</i>	<i>Միջին դրժա, մԶՎ</i>
Լուծարողներ (1986-1989 թթ.)	600 000	≈ 100
Տարհանվել է առավել աղտոտված տարածքներից (1986 թ.)	116 000	33
«Խիստ ճառագայթահարման հսկողություն» տարածքների բնակիչներ (1986-2005 թթ.)	270 000	50
Այլ աղտոտված տարածքների բնակիչներ (1986-2005 թթ.)	5 000 000	10–20

Չեռնոբիլի վթարից անմիջապես հետո ճառագայթահարման իրավիճակը վերահսկելու համար ձեռնարկվել էր արտակարգ միջոցառումներ: Մթնոլորտի և տեղանքի աղտոտման մշտադիտարկման առաջին իսկ ժամերից ատոմակայանի շրջակա տարածքում չափումներն իրականացվում էր ճառագայթային և քիմիական պաշտպանության զորքերի կողմից, սահմանից դուրս՝ ԽՍՀՄ պետական հիդրոոդերնութաբանական կոմիտեի ուժերի կողմից: Չեռնոբիլի ԱԷԿ-ի մերձակա գոտու մթնոլորտի և տեղանքի գամմա-ճառագայթային լուսանկարումն իրականացվում էր ապրիլի 26-ից և ամբողջ մայիսի ընթացքում: Այս տեղեկատվությունը հիմք էր հանդիսացել աղտոտված տարածքներում բնակչության տարհանման, բնակչության ռեժիմի և տնտեսական գործունեության, ինչպես նաև պաշտպանական և վնասազերծման միջոցառումների իրականացման հրատապ որոշումների համար:

Ատոմակայանի շուրջ 60 կմ շառավղի գոտում՝ 11,5 հազար կմ տարածքի վրա ճառագայթահարման մշտադիտարկման համակարգը ներառում էր 5,5 դիտակետ:

Մինչև 2065 թվականը պետք է իրականացվի ռեակտորների և սարքավորումների ապամոնտաժում, ինչպես նաև կայանի վերջնական մաքրում, այդ թվում՝ բոլոր սահմանափակումների վերացում:

Ռադիոակտիվ վտանգավոր օբյեկտներում վթարների հետևանքների վերլուծությունը թույլ է տալիս կատարելագործել բնակչության և շրջակա միջավայրի ճառագայթահարման ազդեցությունից պաշտպանության մեթոդները:

4.6. Ատոմային էլեկտրակայաններում տեղի ունեցող վթարների առանձնահատկությունները

ԱԷԿ-ում դիտարկվում են անվտանգության տարբեր համակարգեր, որոնք նախատեսված են վթարների առաջացման նախագգուշացման, ինչպես նաև դրանց հետևանքների սահմանափակման համար: Օրինակ՝ ՋՋԷՌ տեսակի ԱԷԿ-ներն ունեն անվտանգության 5 արգելապատնեշ՝

1. միջուկային վառելիքային հաբերի պատյան՝ պահում է գոյացած ակտիվության մեծ մասը,
2. ՋԱՏ-երի հերմետիկ պատյանն ի վիճակի է հակազդել տրոհման ընթացքում կուտակված ճնշմանը,
3. ռեակտորի իրան՝ պատրաստված է մի քանի տասնյակ միլիմետր հաստությամբ պողպատից,
4. կլանող նյութերից պատրաստված ռեակտորի բետոնե հորատանցք,
5. կայանի պաշտպանիչ կաղապար

Հիշյալ արգելապատնեշները թուլացնում են իոնացնող ճառագայթումը: Ատոմակայանի հարակից տարածքում ապրող բնակչության համար ճառագայթումը չի գերազանցում տարեկան 2 մՋվ, այսինքն ցածր է բնական ֆոնից: ԱԷԿ-ի նորմալ աշխատանքի դեպքում բնակչության ճառագայթման դոզայի հիմնական մաս են կազմում (98% և ավելին) իներտ գազերը (արգոն, կրիպտոն, քսենոն և այլն):

Տարածքը համարվում է ռադիոակտիվ ճառագայթներով աղտոտված, եթե էքսպոզիցիոն դոզայի հզորությունը գետնից 0,7-1 մ բարձրության վրա չափելիս գերազանցում է ճառագայթման բնական ֆոնը 0,5Ռ/ժ-ով, իսկ եթե նշված հզորությունից ավելի է՝ համարվում է վարակված:

Տարածքի ռադիոակտիվ աղտոտում կարող է առաջանալ նաև միջուկային զենքի պայթյունի հետևանքով: Սակայն ԱԷԿ-ի վթարի դեպքում վարակված տեղանքի բնութագիրն ունի իր առանձնահատկությունը, որը և անհրաժեշտ է հաշվի առնել բնակչության պաշտպանության ձևերն ու միջոցներն ընտրելիս (աղ. 12).

ԱԷԿ-ի վթարի և միջուկային զենքի պայթյունի հետևանքով վարակված տեղանքի առանձնահատկությունները

<p>ԱԷԿ-ի վթարի հետևանքով վարակված տեղանքի առանձնահատկությունները</p>	<p>Միջուկային զենքի պայթյունի հետևանքով վարակված տեղանքի առանձնահատկությունները</p>
<p>Հետևանքների կանխատեսում դժվար է, և մոտավոր բնույթ է կրում վթարի և օդերևութաբանական պայմանների անկանխատեսելիության պատճառով: Միջուկային ռեակցիան կարող է շարունակվել նույնիսկ ռեակտորի ավերումից հետո, իսկ ռադիոակտիվ նյութերի արտանետումը կարող է շարունակվել երկար ժամանակ:</p>	<p>Գամմա ճառագայթումով իզոտոպների նվազագույն ելքի դեպքում միջուկային ռեակցիան տեղի է ունենում ակնթարթորեն: Պայթյունի ամպից ռադիոակտիվ տեղումները տևում են մի քանի ժամ, իսկ մթնոլորտային փոփոխություններն այդ ժամանակահատվածում աննշան են: Վարակված գոտին այդ դեպքում կանխատեսելի բնույթ է կրում:</p>
<p>Ռեակտորից արտանետված ռադիոնուկլիդների մեծ մասն ունեն կիսատրոհման մեծ ընթացք (պլուտոնիում-239, ցեզիում-137 և այլն): Տեղանքի աղտոտումը կարող է շարունակվել տասնյակ և հարյուրավոր տարիներ:</p>	<p>Պայթյունի ամպից թափվող ռադիոնուկլիդները հիմնականում կարճ կամ միջին կիսատրոհման ընթացք ունեն (ստրոնցիում-89, 90), այդ իսկ պատճառով աղտոտումը կարող է տևել բավականին կարճ ժամանակ, (պայթյունի հզորությունը ռադիոակտիվ տեղումներից 7 ժամ հետո նվազում է 10, իսկ 2 օր հետո՝ 100 անգամ):</p>
<p>Ռեակտորի ավերման դեպքում գոյանում է գազանման աերոզոլային ամպ, որի բաղադրության մեջ մտնում է ռադիոակտիվ գազ, յոդ և տարբեր այլ տարրեր: Այն նպաստում է շինությունների տարբեր կառուցվածքներում և առարկաներում ռադիոակտիվ մասնիկների խորը թափանցմանը, որն էլ դժվարություն է ստեղծում ապակտիվացման ժամանակ:</p>	<p>Ռադիոակտիվ մասնիկները խոշոր են և օդից ծանր, համեմատաբար արագ թափվում են երկրի մակերեսին: Ապակտիվացումը կարող է իրականացվել տարբեր մեթոդներով, այդ թվում նաև մեխանիկական:</p>

<p><i>ԱԷԿ-ի վթարի հետևանքով վարակված տեղանքի առանձնահատկությունները</i></p>	<p><i>Միջուկային զենքի պայթյունի հետևանքով վարակված տեղանքի առանձնահատկությունները</i></p>
<p>Ռադիոակտիվ փոշին և գազաաերոզոլային վիճակը երկար ժամանակ մնում է օդում, որը և նպաստում է շնչառական ուղիներով դրանց թափանցմանը մարդու օրգանիզմ՝ առաջացնելով ներքին ճառագայթում:</p>	<p>Մարդկանց մոտ առաջ են բերում արտաքին ճառագայթում:</p>
<p>Ռադիոակտիվ ճառագայթների արտանետման տևողությունը ոչ մեծ բարձրության վրա՝ միջինը 300մ, և մթնոլորտային պայմանների հաճախակի փոփոխությունը հանգեցնում է տեղանքի անհամաչափ աղտոտման:</p>	<p>20-50 կմ բարձրության վրա ռադիոնուկլիդների արտանետումը տեղի է ունենում ակնթարթորեն: Ռադիոակտիվ ամպը, կանխատեսելի ճառագայթման հզորությամբ, համեմատաբար արագ է ձևավորվում երկրի վրա:</p>
<p>Բնակչության պաշտպանության հիմնական միջոցը պատսպարումն է: Անհատական պաշտպանության սովորական միջոցները չեն կարող լիարժեք պաշտպանել ռադիոակտիվ գազից և այլ փոքրագույն մասնիկներից:</p>	<p>Անհատական պաշտպանության միջոցները, ներառյալ պարզագույն պաշտպանական միջոցները, որոնք կարող են որսալ խոշոր ռադիոակտիվ փոշին, կարող են ծառայել որպես ժամանակավոր պաշտպանական միջոցներ:</p>

Աղ. 12-ից երևում է, որ ատոմակայանի վթարի ժամանակ տեղանքի ռադիոակտիվ աղտոտման հետևանքները կարող են ավելի վտանգավոր լինել բնակչության համար, քան միջուկային զենքի պայթյունի ժամանակ: Անհրաժեշտ է հիշել՝ միջուկային պայթյունի ժամանակ, տեղանքում ռադիոակտիվ աղտոտմանը նպաստում է անջատված էներգիայի միայն 15%-ը, իսկ էներգիայի մնացած մասը ծախսվում է այլ խոցող գործոնների վրա:

Թեստեր 4-րդ գլխի վերաբերյալ

1. Նշված արտահայտություններից կատարել համապատասխան ընտրություն և կազմել ճիշտ նախադասություն.

Ատոմային էներգիա են անվանում այն

-
- զգալի քանակությամբ էներգիայի անջատմամբ
 - միջուկային փոխակերպումը
 - որն ուղեկցվում է

2. Նշել սխալ պատասխանները.

Կայանքը կոչվում է ատոմային էլեկտրական, եթե կազմված է՝

- ռեակտորից
- շոգետուրբինից
- էլեկտրական գեներատորից
- հիդրանտից

3. Նշված արտահայտություններից կատարել համապատասխան ընտրություն և կազմել ճիշտ նախադասություն.

Միջուկային (ատոմային) ռեակտոր՝

-
- կառավարվող շղթայական ռեակցիա
 - ծանր միջուկների ճեղքման
 - որտեղ տեղի է ունենում
 - սարք

4. Նշված արտահայտություններից կատարել համապատասխան ընտրություն և կազմել ճիշտ նախադասություն.

Ճառագայթային վթար՝

-
- անձնակազմի և/կամ բնակչության հնարավոր ճառագայթահարման
 - և /կամ թույլատրված սահմանների գերազանցմամբ
 - կարող է հանգեցնել
 - ռադիոակտիվ աղտոտման
 - կամ հանգեցրել է շրջակա միջավայրի

5. Նշված արտահայտություններից կատարել համապատասխան ընտրություն և կազմել ճիշտ նախադասություն.

Նախագծային

վթար՝

-
- կամ որևէ անհայտ ելքային երևույթներից
 - ելնելով միակ պաշտպանական համակարգի խափանման սկզբունքից
 - երբ նախագծով արդեն որոշվում են
 - և նախատեսվում անվտանգության համակարգերը
 - ելքային տվյալները

6. Նշված արտահայտություններից կատարել համապատասխան ընտրություն և կազմել ճիշտ նախադասություն.

Արտանախագծային

վթար՝

-
- երբ առաջանում է այնպիսի ելակետային միջադեպի հետևանքով
 - կամ ներառված է
 - որոնք կարող են բերել ծանր հետևանքի
 - բայց ուղեկցվում է անվտանգության համակարգերի լրացուցիչ խափանումներով (եզակի խափանման սկզբունքից բացի)
 - կամ անձնակազմի սխալ որոշումների իրականացմամբ
 - որը ներառված չի նախագծային վթարների ցանկում

Հարցաշար 4-րդ գլխի վերաբերյալ

1. Ինչի՞ համար է նախատեսված ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտը:
2. Ո՞ր սարքն է կոչվում միջուկային ռեակտոր:
3. Ինչպիսի՞ հատկանիշներով է ընդունված դասակարգել ատոմային էլեկտրակայանը (ԱԷԿ):
4. Ի՞նչ է նշանակում ճառագայթային վթար:
5. Ո՞րն է ՋՋԷՌ-440 ռեակտորի վառելանյութը:
6. Ո՞ր վթարներ են համարվում նախազծային և ո՞րը՝ արտանախազծային, դրանց տարբերությունը:

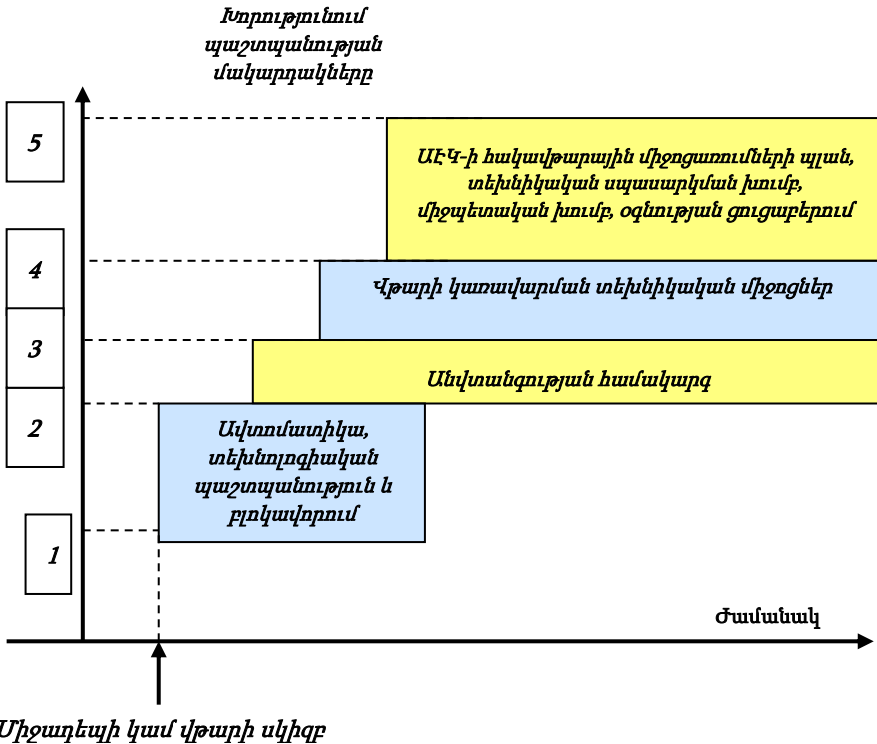
ԳԼՈՒԽ 5.
ԱՆՎՏԱՆԳ ԱՏՈՄԱՅԻՆ ԷԼԵԿՏՐՈՒԿԱՅԱՆՆԵՐ

5.1. Ատոմային էլեկտրակայանների անվտանգության սկզբունքները

Ատոմային էլեկտրակայանը բավարարում է անվտանգության պահանջներին, եթե նրա ճառագայթային ազդեցությունն անձնակազմի, բնակչության և շրջակա միջավայրի վրա նորմալ շահագործման դեպքում և ծրագրային վթարների ժամանակ, չի բերում սահմանված ճառագայթահարման չափերի գերազանցման:

ԱԷԿ-ի անվտանգության սկզբունքները հիմնվում են՝

- շահագործման փորձի,
- վթարների և պատահարների վերլուծության,
- անվտանգության վերլուծության հավանականության վրա



Բնակչության անվտանգությունը հնարավոր է ապահովել՝ իրականացնելով պաշտպանության մակարդակներն ըստ խորության

ԱԷԿ-ի անվտանգության հիմնական սկզբունքների շարքում հատուկ տեղ է գրավում պաշտպանության այն սկզբունքը, որը ենթադրում է մի շարք հետևողական պաշտպանական մակարդակների ստեղծում՝ ներառյալ տեխնիկական միջոցները և անձնակազմի սխալները:

Դրանք են՝

- շրջակա միջավայրի վրա ռադիոակտիվ նյութերի տարածումը կանխելու համար ֆիզիկական արգելքների ստեղծում
- արգելքների արդյունավետության և ամբողջականության պահպանման համար մի շարք տեխնիկական միջոցառումների նախատեսում
- արգելքների ավերման դեպքում շրջակա միջավայրի և բնակչության պաշտպանության համար միջոցառումների նախատեսում:

5.2. Հիմնական չափանիշները և սահմանները

ԱԷԿ-ը համարվում է անվտանգ, եթե նորմալ արտանախագծային և նախագծային վթարների դեպքում նրա ճառագայթային ազդեցությունը՝ անձնակազմի, բնակչության և շրջակա միջավայրի վրա սահմանափակվում է ԱԷԿ-ի սահմանված չափանիշերով: «Նախագծային վթարների» ժամանակ ճառագայթային հետևանքները պետք է սահմանափակվեն այն մակարդակներով, որոնք չեն պահանջում հատուկ մեթոդների կիրառում բնակչության պաշտպանության համար: Այսինքն՝ բնակչության ճառագայթման դոզաները չպետք է գերազանցեն նորմատիվային փաստաթղթերով սահմանված մակարդակը:

ԱԷԿ-ի նախագծային և արտանախագծային վթարների դեպքում անձնակազմի պաշտպանությունը պետք է իրականացվի «ԱԷԿ-ում վթարի դեպքում անձնակազմի պաշտպանական միջոցառումների պլանին» համապատասխան: Մպասարկվող և չսպասարկվող տարածքներում ճառագայթային իրավիճակի վատթարացման դեպքում, ԱԷԿ-ի անձնակազմի պաշտպանական միջոցառումները պետք է իրականացվեն «ԱԷԿ-ի աշխատանքի հրահանգներին» համապատասխան, առանց «Միջոցառումների պլանը» գործի դնելու:

ԱԷԿ-ի շահագործման փորձը ցույց է տալիս, որ վթարների

առաջացումը կապված է անձնակազմի վարքագծի հետ, իսկ ավելի ճիշտ, նրանց կողմից անվտանգության կանոնների խախտման հետ՝ անվտանգության մշակույթի բացակայության պատճառով:

Անվտանգության մշակույթը ներառում է՝

1. կառավարման համակարգի ստեղծում և ճիշտ աշխատանք, հստակ առանձնացնելով պարտականությունները, իրավունքներն ու ենթակայությունները,
2. պատասխան ազդակների համակարգի անհրաժեշտություն անվտանգության ապահովման խնդիրների առաջացման դեպքում:

Անվտանգության մշակույթն ապահովվում է հետևյալ տարրերի իրականացմամբ՝

- անձնակազմի գիտելիքներ և կոմպետենտություն,
- ԱԷԿ-ի անվտանգության գիտակցում՝ որպես կյանքի կարևոր պայման,
- հսկողություն, որը ներառում է ստուգայցներն ու փորձարկումները,
- առանձին անհատների կրիտիկական վարքին արձագանքման պատրաստականություն,
- սեփական իրավունքների, պարտականությունների և պատասխանատվությունների իմացություն:

Անվտանգության մշակույթը ԱԷԿ-ի ամենօրյա գործունեության հիմնական պայմանն է, որին և վերաբերում են երեք տարբեր դրույթներ՝

1. տեղական կառավարմամբ ձևավորվում է միջավայր, որում արտացոլվում է առանձին անհատների դիրքորոշումը,
2. բոլոր ստորաբաժանումներում և մակարդակներում առանձին անհատների դիրքորոշումը,
3. անվտանգությունը:

Ճառագայթային անվտանգությունը հիմնարար հասկացություն է, որի բազային սկզբունքներն են՝

- սահմանված դոզաչափը չգերազանցելը,
- չհիմնավորված ճառագայթման բացառումը,
- ճառագայթման դոզայի նվազեցումը մինչև հնարավոր ամենացածր մակարդակը,
- ռադիոակտիվ նյութերը շրջակա միջավայր թափանցելու սահմանափակումը:

Ճառագայթային անվտանգության ցուցանիշները՝

- ԱԷԿ-ի աշխատանքում արտանետումների հետևանքով խախտումների քանակը,
- ԱԷԿ գործողված անձանց և անձնակազմի ճառագայթման մակարդակը,
- գազաաերոզոլային արտանետումների մեծությունը,
- հեղուկ արտանետումների մեծությունը,
- մշտական և ժամանակավոր մնալու տեղերում ճառագայթային իրավիճակի ցուցանիշները,
- 1-ին կոնտուրից 2-րդ կոնտուր ջերմատարի անցնելու մեծությունը:

5.3. Ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտի նախագիծը

Ատոմային էներգիայի օգտագործման յուրաքանչյուր օբյեկտի նախագիծ պետք է ունենա «Ճառագայթային մոնիթորինգ» անվանմամբ բաժին, որում սահմանվում են՝

- ռադիոմետրիկ և դոզիմետրիկ չափումների բնույթն ու ծավալը,
- անհրաժեշտ ռադիոմետրիկ և դոզիմետրիկ սարքերը, օժանդակ սարքավորումները,
- անշարժ (ստացիոնար) ռադիոմետրիկ սարքերի տեղադրման տեղերը,

- ճառագայթային մշտադիտարկման պարբերականությունը

Ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտի նախագծում հսկման գոտու յուրաքանչյուր շինության (տարածք, շենք, տեղամաս) համար պետք է նշվեն՝

- բաց ռադիոիզոտոպային աղբյուրների հետ աշխատելիս օգտագործվող աղբյուրները,
- հանդես եկող քիմիական միացությունների տեսակները, դրանց ագրեգատային վիճակը,
- աշխատատեղում հաշվարկային ակտիվությունը,
- օգտագործման տարեկան ծավալը (քանակը),
- աշխատանքների դասը

Արտաքին ճառագայթահարումից պաշտպանիչ պատնեշների նախագծում պետք է հաշվի առնել շենքերի նշանակությունը, ճառագայթահարվող անձանց խմբերը և ճառագայթահարման տևողությունը:

Ցանկացած տեսակի ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտների նախագծման և տեխնոլոգիաների ընտրության ժամանակ պետք է ապահովել՝

- անձնակազմի նվազագույն ճառագայթահարումը,
- աշխատանքների առավելագույն ավտոմատացումը և մեքենայացումը,
- տեխնոլոգիական գործընթացների ավտոմատացված և ակնադիտական (վիզուալ) մոնիթորինգը,
- նվազ թունավոր և վնասակար նյութերի օգտագործումը,
- աղմուկի, վիբրացիայի և այլ վնասակար գործոնների հնարավոր նվազագույն մակարդակները,
- ռադիոակտիվ նյութերի նվազագույն արտանետումներն ու արտահոսքերը,
- առաջացող ռադիոակտիվ թափոնների նվազագույն քանակությունը, դրանց ժամանակավոր պահեստավորման և վերամշակման հուսալի միջոցների կիրառումը,
- տեխնոլոգիական գործընթացի խախտումների մասին ձայնային և (կամ) լուսային ազդանշան տալը,
- շրջափականքները (բլոկավորումները):

Ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտների տեխնոլոգիական սարքավորումների կառուցվածքը պետք է բավարարի ճառագայթային անվտանգության նորմերի և վերոհիշյալ կանոնների պահանջներին համապատասխան մշակված ստանդարտների, տեխնիկական պայմանների պահանջները, իսկ սարքավորումները լինեն սերտիֆիկացված:

5.4. Նորմալ շահագործման սահմանները

Անվտանգության ապահովման պահանջներն ընդգրկում են ԱԷԿ-ի շահագործման ու ստեղծման ողջ համակարգը և իրականացվում են՝

- ԱԷԿ-ի պլանավորման և տարածքի ընտրման ընթացքում,
- սարքավորումների պատրաստման, կառուցման և մոնտաժման ընթացքում,
- ստուգվում և փորձարկվում են ԱԷԿ-ի շահագործման ընթացքում:

Ենթադրվում է, որ այդ ժամանակ գործնականորեն

իրականացվում և կատարվում է անվտանգության ծրագրված մակարդակը: Արտադրական շահագործման խնդիրն է պահպանել այդ մակարդակը նորմալ շահագործման սահմաններում: Նորմալ շահագործման ռեժիմները, դրանք այն հիմնական ռեժիմներն են, որոնց հետ ամեն օր գործ ունի շահագործող անձնակամը կայանի շահագործման ողջ ընթացքում: Այդպիսի ռեժիմներին է վերաբերում գործարկումը, ուժգնության տարբեր մակարդակներում աշխատանքը, անցումային գործընթացները՝ կապված կայանի ծանրաբեռնվածության փոփոխության հետ, սարքավորման վերանորոգման համար պլանային աշխատանքների դադարեցումը և ռեակտորում միջուկային վառելիքի բեռնումը: Նորմալ շահագործման խախտման դեպքերի համար նախատեսված են ավտոմատ կարգավորիչներ, տեխնոլոգիական պաշտպանություններ և շրջափակումներ, որոնք կանխում են շեղման հետագա զարգացումը: ԱԷԿ-ի նորմալ շահագործման գլխավոր պայմանը սարքավորումների և համակարգերի պատրաստ լինելն է աշխատանքի: Անհրաժեշտ է իրականացնել անվտանգության 3 հիմնական գործառույթ՝

- ռադիոակտիվության կառավարում և հսկողություն,
- ակտիվ շրջանից ջերմահեռացում,
- ռադիոակտիվ նյութերի պահպանում այն սահմաններում, որը նախատեսված է աշխատակարգով:

Հարցաշար 5-րդ գլխի վերաբերյալ

1. Ե՞րբ է ատոմային էլեկտրակայանը (ԱԷԿ) համարվում անվտանգ և ինչո՞ւ:
2. Որո՞նք են ճառագայթային անվտանգության հիմնարար հասկացության բազային սկզբունքները:
3. Ի՞նչ է նշանակում ատոմային էլեկտրակայանում (ԱԷԿ) անվտանգության մշակույթի բարձր մակարդակի ձևավորում:
4. Ինչի՞ համար է նախատեսված ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտի «ճառագայթային մոնիթորինգ» բաժինը:
5. Ո՞րն է ատոմային էլեկտրակայանի (ԱԷԿ) նորմալ շահագործման գլխավոր պայմանը:

ԳԼՈՒԽ 6.

ԲՆԱԿԶՈՒԹՅԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՅԻՆ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ԱՊԱՀՈՎՄԱՆ ՊԱՀԱՆՁՆԵՐԸ

6.1. Ճառագայթային անվտանգության հիմնական պահանջները

Ճառագայթահարում. մարդու վրա իռնացնող ճառագայթման ազդեցություն:

Ճառագայթային ռիսկ. ճառագայթահարման հետևանքով մարդու կամ նրա սերնդի մոտ վնասակար էֆեկտի առաջացման հավանականություն:

Ճառագայթային պաշտպանություն. իռնացնող ճառագայթման վնասակար ազդեցությունից մարդու պաշտպանություն:

Պաշտպանական գործողություն. գործողություն, որն իրականացվում է վթարային ճառագայթահարման իրավիճակում կամ եղած ճառագայթահարման իրավիճակում հնարավոր ստացվելիք դրզայի բացառման կամ նվազեցման նպատակով:

Ճառագայթային վթարների դեպքում առաջնահերթ խնդիր է նվազագույնի հասցնել վթարի բացասական հետևանքները՝ կանխարգելել դետերմինացված էֆեկտների առաջացումը և հնարավորինս իջեցնել ստոխաստիկ էֆեկտների առաջացման հավանականությունը: Ճառագայթային վթարի դեպքում անվտանգության տեսակետից կարևոր նշանակություն ունեցող ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտները, շահագործող կազմակերպությունները, իսկ ատոմային էներգիայի օգտագործման այլ օբյեկտների դեպքում՝ անթրոպոգեն ճառագայթման աղբյուրների հետ աշխատանքների կատարման համար լիցենզավորված անձինք պետք է շտապ միջոցներ ձեռնարկեն կանխելու վթարի զարգացումը. իռնացնող ճառագայթման աղբյուրը բերեն անվտանգ վիճակի, նվազագույնի հասցնեն անձնակազմի և բնակչության ճառագայթահարման դրզաներն ու ճառագայթահարված անձանց թիվը, արտադրական տարածքների և շրջակա միջավայրի ռադիոակտիվ աղտոտվածությունը, վթարի պատճառով առաջացած տնտեսական և սոցիալական կորուստները:

Ճառագայթման դեպքում դրզայի նվազեցումն ուղղակիորեն

կախված է արտանետման P դոզայի հզորությունից և T ժամանակի նվազեցումից:

Այսպիսով՝ անկախ ճառագայթման տեսակից, դոզան կնվազի այնքան, որքան նվազեցվի աշխատանքների իրականացման ժամանակը: Դոզայի լրացուցիչ նվազեցում կարելի է ապահովել, եթե հզորությունը նվազի: Անհրաժեշտ է նշել, որ ժամանակի խնայողության դեպքում, աշխատանքներն արագ իրականացնելիս առկա է սխալներ գործելու վտանգը, արդյունքում՝ կրկնակի ճառագայթումը: Տեղադրելով պաշտպանիչ էկրաններ՝ կարելի է ճառագայթման դոզայի հզորությունը հասցնել մինչև զրոյական մակարդակ:

Վերը շարադրվածը վերաբերում է արտաքին ճառագայթման աղբյուրներին, իսկ ներքին ճառագայթման դեպքում, իհարկե, հնարավոր չէ սահմանափակել ժամանակը, պաշտպանվել հեռավորությունը մեծացնելով: Այսինքն, արտաքին ճառագայթման պաշտպանության սկզբունքներն այս դեպքում կիրառելի չեն: Նման դեպքում, պաշտպանության միակ պահանջը օրգանիզմ՝ ռադիոնուկլիդների ներթափանցման սահմանափակումն է՝ անհատական պաշտպանության միջոցների (ԱՊՄ) կիրառումը:

6.2. Անվտանգությունը ճառագայթային վթարների դեպքում

Ճառագայթային վթարների հակազդման գործողությունների պլանավորմանն ու իրականացմանը ներկայացվող մանրամասն պահանջները, այդ թվում՝ ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտների անձնակազմի ու բնակչության ճառագայթային պաշտպանության ապահովմանն ուղղված պահանջները, սահմանվում են օրենսդրական ակտերով:

Ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտի հսկման գոտում, ճառագայթային անվտանգության անցակետում և բուժկետում պետք է լինի գերճառագայթահարված անձանց առաջին բուժօգնության ցուցաբերման և ռադիոակտիվ աղտոտման ենթարկված անձանց ապաստարանի վացման համար նախատեսված միջոցների լրացվող պաշար:

Ճառագայթային վթարի դեպքում, երբ առկա է ռադիոակտիվ յոդի արտանետման իրական սպառնալիք, կամ տեղի է ունեցել ռադիոակտիվ յոդի արտանետում, վթարի սկզբնական փուլում յոդի

ռադիոակտիվ իզոտոպներից անձնակազմի և բնակչության վահանաձև գեղձի ճառագայթահարման կանխարգելման (վահանաձև գեղձի արգելափակում) նպատակով օբյեկտում ու դրա դիտարկման գոտում պետք է լինի ոչ ռադիոակտիվ յոդի հաբերի կամ փոշու անհրաժեշտ պաշար:

Վահանաձև գեղձի արգելափակում: Միջուկային ռեակտորի վթարի դեպքում արտանետված ռադիոակտիվ նյութերը պարունակում են զգալի քանակությամբ ¹³¹I (կիսատրոհման ընթացքը 8 օր): Այն մարդու օրգանիզմ է թափանցում շնչառական ուղիների կամ կաթի միջոցով և կուտակվելով վահանաձև գեղձում՝ վարակում է այն: Նման դեպքում, առավել արդյունավետ պաշտպանական միջոցը յոդային արգելափակումն է, որն իրականացվում է յոդի կալիում դեղամիջոցով:

Պաշտպանական արդյունքն առավելագույնին է հասնում այն դեպքում, երբ դեղահաբերն ընդունում են մինչև վարակված յոդի ինհալացիան (շնչելը) կամ միաժամանակ: Դեղամիջոցի պաշտպանական արդյունավետությունը կտրուկ նվազում է, երբ այն օգտագործում են օրգանիզմում ռադիոակտիվ յոդի թափանցելուց 2 ժամ հետո: Բայց և այնպես, վարդագույն ¹³¹I-ի ընդունումից անգամ 6 ժամ հետո էլ, եթե օգտագործվի դեղամիջոցը վահանաձև գեղձում ճառագայթման դոզան կարող է նվազել մոտ 2 անգամ:

Աղյուսակ 13.

Վահանաձև գեղձի արգելափակման անցկացման պաշտպանական արդյունավետությունը

Յոդային կալիումի ընդունման ժամանակը	Պաշտպանական փաստերը
6 ժամ մինչև ինհալացիան	100 անգամ
Ինհալացիայի ժամանակ	-----90-----
¹³¹ I ընդունելուց 2 ժամ հետո	-----10-----
¹³¹ I ընդունելուց 3 ժամ հետո	-----2-----

100 մգ յոդային կալիումի մեկանգամյա ընդունումն ապահովում է 24 ժամյա պաշտպանական արդյունավետություն:

Ռադիոակտիվ յոդի երկարատև առկայության պայմաններում անհրաժեշտ է կրկնել հաբերի ընդունումը 10 օրվա ընթացքում, մեծահասակները՝ օրական 1 անգամ, հղի կանայք և մինչև 3

տարեկան երեխաները՝ 2 օրից ոչ ավելի, օրական 1 անգամ:

Ճառագայթային վթարների հակազդման և վթարի հետևանքների վերացման աշխատանքներին մասնակցող անձանց ճառագայթային մոնիթորինգն իրականացվում է՝ հաշվի առնելով կատարվող աշխատանքների առանձնահատկություններն ու պայմանները:

Եթե ճառագայթային վթարի հետևանքով ռադիոակտիվ աղտոտման ենթարկված տարածքի վրա (այդ աղտոտվածության հաշվին) ճառագայթահարման տարեկան դոզան գերազանցում է 1 մՋՎ-ն, ապա այդ տարածքում տնտեսվարող սուբյեկտները պետք է իրականացնեն ճառագայթային մոնիթորինգ:

Ճառագայթային վթարի հետևանքով տարածքի ռադիոակտիվ աղտոտվածության հաշվին անձնակազմի ճառագայթահարման տարեկան դոզան չպետք է գերազանցի 5 մՋՎ-ն:

6.3. Ատոմային էլեկտրակայանի շրջակայքում վթարային պլանավորման գոտիների սահմանում

Միջուկային և ճառագայթային վթարների դեպքում ճառագայթային հսկողության կազմակերպման և անցկացման կարգը սահմանվում է վթարային հակազդման պլաններով: Ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտի շուրջ սահմանվում է տարածք՝ *վթարային պլանավորման գոտի*, որի համար նախապես պլանավորվում են օբյեկտի հնարավոր միջուկային և ճառագայթային վթարների դեպքում այդ տարածքում ընդգրկված բնակավայրերի բնակչության արդյունավետ պաշտպանության համար անհրաժեշտ միջոցառումներն ու միջոցները: Օրինակ՝ Հայկական ատոմային էլեկտրակայանի միջուկային և (կամ) ճառագայթային վթարների դեպքում բնակչության պաշտպանության համար սահմանված է վթարային պլանավորման երեք գոտի՝

1. *նախահարձակ պաշտպանական միջոցառումների իրականացման գոտի (ՆՊՄԻ գոտի)*՝ ՀԱԷԿ-ին հարակից 5 կմ շառավղով տարածք, ուր պլանավորվում են օբյեկտից անմիջականորեն ստացված ահազանգման հիման վրա (ըստ օբյեկտում վթարային իրավիճակի համապատասխան դասի)՝ մինչև ռադիոակտիվ արտանետումը կամ արտանետման սկզբնական փուլում անհապաղ իրականացվելիք գործողություններ:

2. **շտապ պաշտպանական միջոցառումների պլանավորան գոտի (ՇՊՄՊ գոտի)**՝ ՀԱԷԿ-ին հարակից 5-10 կմ շառավղով տարածք, ուր պլանավորվում են միջուկային և ճառագայթային անվտանգության պետական կարգավորող մարմնի առաջարկությունների հիման վրա վթարային հակազդման ազգային համակարգողի կողմից տրված հրահանգներով իրականացվելիք գործողություններ.

3. **երկարաժամկետ պաշտպանական գործողությունների պլանավորման գոտի (ԵՊԳՊ գոտի)**՝ ՀԱԷԿ-ին հարակից տարածք, ուր պլանավորվում են տեղական արտադրության սննդամթերքի և խմելու ջրի օգտագործման սահմանափակումներից ելնող, ինչպես նաև բնակչության քրոնիկ ճառագայթահարումը բացառող միջոցառումներ, որոնք իրականացվում են վթարային հակազդման ազգային համակարգողի հրահանգների համաձայն՝ կարգավորող մարմնի առաջարկությունների հիման վրա:

ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում գտնվող համայնքների և կազմակերպությունների ղեկավարների կողմից իրականացվող գործառույթն իրենց լիազորությունների սահմաններում համայնքի բնակչության պաշտպանական միջոցառումների կազմակերպումն ու դրանց ղեկավարումն է:

6.4. Բնակչության պաշտպանական միջոցառումները

Միջուկային և ճառագայթային վթարների դեպքում իոնացնող ճառագայթման վնասակար ազդեցությունից բնակչության ու վթարված օբյեկտի անձնակազմի պաշտպանության նպատակով իրականացվում են հետևյալ պաշտպանական միջոցառումները՝

- պատսպարում,
- տարահանում,
- վահանաձև գեղձի արգելափակում,
- սննդամթերքի և խմելու ջրի օգտագործման սահմանափակում,
- ռադիոակտիվ նյութերով աղտոտված տարածքներում հատուկ իրավական ռեժիմի սահմանում,
- գյուղատնտեսական պաշտպանական միջոցառումների կիրառում,
- ժամանակավոր վերաբնակեցում,

➤ մշտական վերաբնակեցում

Անհապաղ պաշտպանական միջոցառում. վթարային իրավիճակներում իոնացնող ճառագայթումից բնակչության պաշտպանության նպատակով իրականացվող արագ գործողություններ, այն է՝ վահանաձև գեղձի արգելափակում, պատսպարում և տարհանում:

Կազմավորումների անձնակազմն անհատական պաշտպանության միջոցներ ստանում է կազմակերպությունների պաշարներից: Անհրաժեշտ ճառագայթային և քիմիական պաշտպանության ու դոզաչափական սարքերը տրվում են կառավարությանն առընթեր մարմինների պետական պահուստից:

ՇՊՄՊ գոտու բնակչության ճառագայթային պաշտպանական միջոցառումներն իրականացվում են մշտադիտարկման տվյալների հիման վրա:

Բաց տեղանքում գտնվելիս, ինչպես նաև տարհանման միջոցառումների իրականացման ընթացքում կատարվում է բնակչության մասնակի և լրիվ սանիտարական մշակում՝ օգտագործելով բաղնիքներն ու ցնցուղները:

Նախքան տարհանում սկսելը կոմունալ-տեխնիկական ծառայությունները տարհանման միջանկյալ հավաքակայաններում ստեղծում են սանիտարական մշակման և տեխնիկայի ապաստիվացման կետեր:

Ճառագայթային, քիմիական և կենսաբանական պաշտպանության զորքերի ուժերով հատուկ անցակետերում ստեղծվում են դոզաչափական հսկողության խմբեր (նկ. 5).



Նկ. 5. Դոզաչափական հսկողություն

Դոզաչափական հսկողության խմբերն իրականացնում են հատուկ անցակետերով անցնող յուրաքանչյուր անձի, ինչպես նաև տեխնիկայի ճառագայթային մոնիթորինգ:

Ապաակտիվացման լիակատարությունը որոշվում է՝

- 1) հատուկ մշակում անցած անձանց սանիտարական մշակման կետերում ապաակտիվացման լիակատարության որոշման ստուգումների անցկացում,
- 2) ճառագայթման դոզաչափական ստուգման արդյունքների թույլատրելի նորմաների (2 և ավելի անգամ) գերազանցման դեպքում ապաակտիվացման կրկնում՝ մինչև թույլատրելի նորմերը, որից հետո միայն սանիտարական մշակման կետից ելքի արտոնում,
- 3) բոլոր աշխատանքների կատարում՝ օգտագործելով անհատական պաշտպանության միջոցներ.
- 4) ապաակտիվացման լիակատարության որոշման արդյունքների մասին համապատասխան վերադասին զեկուցում,
- 5) աշխատանքի վերջում ապաակտիվացման լիակատարությունը որոշող խմբի ամբողջ անձնակազմի վերջնական սանիտարական մշակում բաղնիքում (նկ. 6):



Նկ. 6. Անձնակազմի լիակատար սանիտարական մշակում

Բնակչության պաշտպանական միջոցառումների արդյունավետ իրականացման նպատակով ՆՊՄԻ գոտում գտնվող համայնքների բնակչությունը վթարի մասին ազդարարվում է ԱԷԿ-ից տրվող «Ճառագայթային վտանգ» ազդանշանի միջոցով:

Բնակչության պաշտպանական միջոցառումների արդյունավետ իրականացման նպատակով ՆՊՄԻ գոտում գտնվող

համայնքների բնակչությունը վթարի մասին ազդարարվում է ԱԷԿ-ից տրվող «Ճառագայթային վտանգ» ազդանշանի միջոցով: Բնակչության համար այդ ազդանշանը հանդիսանում է անհատական պաշտպանության միջոցների կիրառման, կայուն յոդի պատրաստուկների ընդունման և պատսպարման մասին հրահանգ:

Հիմնական իրազեկման միջոցը վտանգի առաջացման դեպքում տեղեկատվության փոխանցումն է տեղական կապի միջոցներով: Որպեսզի գրավեն բնակչության ուշադրությունը, նախապես միացնում են շչակները, որոնց հնչողությունը նշանակում է «Ուշադրություն բոլորին» ազդանշանը:

«Ճառագայթային վտանգ» ազդանշանին հաջորդում է տեքստային հաղորդագրություն՝ «Ուշադրություն բոլորին, ուշադրություն բոլորին: Այսօր (*ամսաթիվ, ժամ*) ատոմակայանում (*անունը*) վթար է տեղի ունեցել: (*ժամանակ*) սպասվում է ռադիոակտիվ արտանետում: Ճառագայթային վտանգ է սպառնում հետևյալ բնակավայրերին...: Անհրաժեշտ է անջատել օդափոխիչները, հերմետիկ փակել դռներն ու պատուհանները, փակել շինությունների ներսի դռները և չլքել շինություններն առանց թույլտվության, ձեռքի տակ եղած միջոցներով փակել շնչուղիները, վերցնել առաջին անհրաժեշտության դեղամիջոցներն (հատկապես կալիումի յոդիդի հաբեր կամ յոդի 5%-անոց թուրմ), անձը հաստատող փաստաթղթերը, անհրաժեշտ իրերն ու որոշակի քանակությամբ սննդամթերք, ջուր և արագ պատսպարվել թաքստոցում: Դրանց բացակայության դեպքում ռադիոակտիվ աղտոտվածությունից պաշտպանվելու համար, որպես թաքստոց, կարող են ծառայել նաև փակ շինությունները: Տանը կամ աշխատավայրում մնացած անձինք, ովքեր չեն հասցրել պատսպարվել թաքստոցում, պետք է ժամանակ չկորցնելով իրականացնեն տարածքի հերմետիկացման աշխատանքներ (ձեռքի տակ եղած միջոցներով ծածկել դռներն ու պատուհանները և փակել առկա ճեղքերը)»:

Բնակչության պատսպարման համար ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում օգտագործվում են ապաստարաններ, թաքստոցներ և հակաճառագայթային թաքստոցներ (ՀԿՃԹ), ինչպես նաև մարդկանց տներն ու բնակարանները, բնակելի շենքերի առաջին և նկուղային հարկերը, որոնք պետք է նախօրոք և վտանգի առաջացման դեպքում անմիջապես հարմարեցվեն այդ նպատակին:

Վահանաձև գեղձի արգելափակման համար նախատեսված

կայուն յողի պատրաստուկների անհրաժեշտ քանակությունը նախօրոք տրվում է ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիների համայնքների բնակչությանը և պահպանվում նրանց մոտ, ինչպես նաև կազմակերպություններին՝ ըստ աշխատողների թվի:

Վթարային արձագանքող ստորաբաժանումները նախապես ապահովվում են կայուն յողի պատրաստուկներով, անհատական պաշտպանության միջոցներով, անհատական դոզաչափերով, ռադիոմետրիկ սարքավորումներով՝ մշտադիտարկում անցկացնելու համար և յուրաքանչյուր 6 ամիսը մեկ անգամ անցնում են ուսուցում:

Պատասպարման վայրերից դուրս գալու և ռադիոակտիվ աղտոտված գոտում գործելակերպի կանոնների մասին տեղեկատվությունը բնակչությանը հասցվում է հեռուստատեսության, ռադիոյի, շարժական բարձրախոս սարքավորումների և այլ միջոցով:

Ռադիոակտիվ աղտոտված գոտում հայտնված համայնքներից բնակչության տարհանումը կազմակերպվում է պատասպարման վայրերից, ինչպես տրամադրված տրանսպորտային միջոցներով, այնպես էլ սեփական տրանսպորտով:

Ավտոտրանսպորտով տարհանման միջոցառումներն իրականացվում են երկու փուլով՝ տարհանվող համայնքներից մինչև ՇՊՄՊ գոտու սահմանագիծը, այնտեղից, սանիտարական մշակում անցնելուց հետո, մարդիկ մեկ այլ տրանսպորտային միջոցով տեղափոխվում են մինչև վերաբնակեցման վայր, իսկ սեփական տրանսպորտային միջոցները հատուկ մշակում անցնելուց հետո շարունակում են երթևեկությունը:

ՇՊՄՊ գոտում գտնվող համայնքների բնակչության պաշտպանությունն իրականացվում է ընտրովի՝ ըստ ճառագայթային մշտադիտարկման տվյալների: Այդ համայնքների բնակչության պաշտպանական միջոցառումների անցկացման մասին հրահանգ է հանդիսանում «Ճառագայթային վտանգ» ազդանշանը:

ՇՊՄՊ և ԵՊԳՊ գոտիների սահմանագծերում ծավալվում են մարդկանց սանիտարական մշակման (սանթոդարան), տեխնիկայի հատուկ մշակման, հսկիչ-անցազրային, բժշկական և աշխատանքների համակարգման կետեր, որոնց թիվը կարող է փոփոխվել մշտադիտարկման տվյալների արդյունքում և տեղափոխվել մինչև փաստացի ռադիոակտիվ աղտոտվածության տարածքի սահմանագիծը:

Ճառագայթային ազդեցության ենթարկված և այլ ախտորոշումներով բնակչությանը ցուցաբերվում է առաջին բժշկական օգնություն, ապա նրանք տարհանվում են մասնագիտացված բուժօգնություններ:

Վերաբնակեցման վայրերում ծավալվում են ընդունման հավաքակայաններ, որտեղ տարհանված բնակչությունն ապահովվում է ժամանակավոր կացարաններով, սննդով և առաջին անհրաժեշտության այլ միջոցներով:

Վթարային անձնակազմի դոզիմետրիկ հսկողությունն իրականացնում է արձագանքման խմբի ղեկավարը կամ նրա կողմից լիազորված անձը:

6.5. ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում ճառագայթային հսկողության իրականացման առաձևահասկությունները

ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում ճառագայթային հսկողությունն իրականացվում է ԱԷԿ-ի ընդհանուր վթարի կամ դրա իրական սպառնալիքի դեպքում:

ԱԷԿ-ի ընդհանուր վթարի իրական սպառնալիքի դեպքում ճառագայթային հսկողության նպատակն ԱԷԿ-ից արտանետվող ռադիոակտիվ նյութերի (ռադիոակտիվ ամպի) ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներ ներթափանցման գրանցումն է: Հսկողությունն իրականացվում է ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում գամմա ճառագայթման հզորության պարբերական չափմամբ:

ԱԷԿ-ի ընդհանուր վթարի սկզբնական և միջին փուլերում ճառագայթային հսկողության նպատակն է ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում:

- ռադիոակտիվ ամպի տարածման ուղղության ճշտումը՝ գամմա ճառագայթման հզորության պարբերական չափմամբ,
 - շրջակա միջավայրի օբյեկտների արտաքին աղտոտվածության ճշտումը,
 - ռադիոակտիվ ամպի տարածման ուղղության ճշտման նպատակով գամմա ճառագայթման հզորության չափումը
- ԱԷԿ-ի ընդհանուր վթարի վերջնական փուլում ճառագայթային հսկողության նպատակն է ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում՝
- ռադիոակտիվ աղտոտման ենթարկված տարածքների և մակերեսային ռադիոակտիվ աղտոտվածության որակական և

- քանակական ցուցանիշների ճշտումը, շրջակա միջավայրի օբյեկտների (օդ, հող, բուսականություն, ջրային ավազաններ ու գետեր) ռադիոակտիվ աղտոտվածության որակական և քանակական ցուցանիշների ճշտումը

Ձևավորված ճառագայթային միջավայրից կախված, ընթանում են բնակչության հետևյալ պաշտպանական միջոցառումները՝

- 1) բաց տեղանքում բնակչության առկայության սահմանափակում,
- 2) վահանաձև գեղձում ռադիոակտիվ յոդի կուտակումը կանխելու համար յոդային պրոֆիլակտիկա (կայուն յոդի, 5% յոդային լուծույթի օգտագործում),
- 3) բարձր ճառագայթման ժամանակ և ճառագայթային պաշտպանության համապատասխան ռեժիմի կատարման անհնարի- նության դեպքում բնակչության տարահանում,
- 4) սննդամթերքի օգտագործման բացառություն կամ սահմանափակում,
- 5) աղտոտված սննդամթերքի պարզագույն մշակում (լվացում, կեղևազրկում),
- 6) շնչառական օրգանների պաշտպանություն ձեռքի տակ եղած միջոցներով (սրբիչ, թաշկինակ և այլն), առավել արդյունավետ է թրջված վիճակում,
- 7) կենդանիների տեղափոխում չվարակված արոտավայր,
- 8) անձնական հիգիենայի պահպանություն բնակչության կողմից՝
 - ✓ սահմանափակել բաց տարածություններում գտնվելը,
 - ✓ լվանալ կոշիկները և թափ տալ շորերը նախքան շենք մտնելը,
 - ✓ բաց խողովակներից ջուր չխմել և չլողանալ,
 - ✓ չծխել,
 - ✓ չհավաքել միրգ, հատապտուղ վարակված տարածքներից և այլն:

Ժամանակին հակաճառագայթային միջոցառումների անցկացումը կարող է հանգեցնել ճառագայթված անձանց նվազագույն քանակի: Նման դեպքերում, երբ պաշտպանական միջոցառումները կատարվում են ոչ ամբողջությամբ, բնակչության կորուստները կորոշվեն՝

- վթարի հետևանքով արտանետումների շարունակականությամբ,

- վթարի հետևանքով արտանետված իզոտոպի կառուցվածքով,
 - վթարի պահին, տարածքում ռադիոակտիվ հետքի ձևավորման ընթացքում, քամու ուղղվածությամբ և արագությամբ,
 - վթարային օբյեկտից մինչև բնակավայրեր հեռավորությամբ,
 - ռադիոակտիվ աղտոտված տարածքներում բնակչության խտությամբ,
 - շենքերի, տների և այլ տեղերի պաշտպանական հատկություններով
- Ճառագայթային պաշտպանությունն ընդգրկում է հետևյալ միջոցառումները՝
- բնակչության և վթարի դեպքում արձագանքող կազմավորումների անձնակազմերի անհատական պաշտպանության միջոցներով ապահովում.
 - ճառագայթային հետախուզության ու դոզաչափական հսկողության սարքերի հատկացում և ճառագայթահարման դոզաների հաշվում.
 - բնակչության ճառագայթային պաշտպանական միջոցառումների կիրառում.
 - բնակչության սանիտարական մշակում, հագուստի վնասազերծում, տրանսպորտային միջոցների, շինությունների ու տեղանքի ապասկտիվացում և կենդանիների սանիտարական մշակում:
- ՇՊՄՊ գոտու բնակչության ճառագայթային պաշտպանական միջոցառումներն իրականացվում են մշտադիտարկման տվյալների հիման վրա:

6.6. Ճառագայթային պաշտպանության ռեժիմ

Բնակչության պաշտպանության կարևորագույն միջոցառումներից է ճառագայթային պաշտպանության ռեժիմների սահմանումը:

Ճառագայթային պաշտպանության ռեժիմը՝ ռադիոակտիվ աղտոտման գոտում բնակչության գործելու և նրա կողմից պաշտպանության միջոցներն ու եղանակները կիրառելու կարգն է, դոզան հնարավորին չափ պակասեցնելու նպատակով:

Բնակչության ռադիոակտիվ վարակման ռեժիմը ներառում է 3 հիմնական փուլ՝

- I. բնակչության պատասպարումը հակաճառագայթային թաքստոցներում,
- II. բնակչության հետագա պատասպարումը տներում և ՀԿՃԹներում,
- III. սահմանափակ տևողությամբ բնակչության գտնվելը բաց տարածքներում (օրվա ընթացքում 1-2 ժամ)
Աշխատողների և ծառայողների ճառագայթային վարակման պաշտպանությունը ներառում է 3 հիմնական փուլ՝
 - I. տնտեսության օբյեկտների գործունեության հետևողական դադարեցումը,
 - II. օբյեկտի աշխատանքի շարունակությունը՝ հանգստի համար օգտագործելով պաշտպանական կառույցները,
 - III. օբյեկտի աշխատանքի շարունակությունը՝ սահմանափակելով աշխատողների և ծառայողների գտնվելը բաց տարածքներում:
Ճառագայթային պաշտպանության ռեժիմները մշակված են՝ յուրաքանչյուր աշխատող հերթափոխի համար 12 ժամ տևողությամբ:
Բնակավայրերում կամ տնտեսության օբյեկտներում ռեժիմն ընտրվում է՝
 - ճառագայթահարման առավելագույն մակարդակով,
 - գործակցի նվազագույն կարևորությամբ,
 - գործողությունների հաջորդականությունը և դադարեցման ժամանակը սահմանվում են բնակեցված տարածքի (օբյեկտ) քաղաքացիական պաշտպանության պետի կողմից՝ հաշվի առնելով կոնկրետ ճառագայթային միջավայրը:
Ճառագայթման դոզայի սահմանման ժամանակ ռադիոակտիվ վարակված տեղանքում աշխատանքների սկսվելու ժամանակը կամ տևողությունը, բնակավայրերում ճառագայթման դոզայի և ժամանակի որոշման համար օգտագործվում են հաշվարկային բանաձևեր, նմուզքամներ, ալյուսակներ: Հետախուզության տվյալների հիման վրա ճառագայթային իրավիճակի հայտնաբերումը և գնահատումը, որպես կանոն, իրականացվում է տարածքային և օբյեկտային կառավարման մարմինների միջոցով: Ռադիոակտիվ վարակված գոտում աշխատանքների սկսման թույլատրելի ժամանակի որոշումն իրականացվում է ճառագայթային հետախուզության տվյալների հիման վրա, որտեղ ներկայացված է լինում շարժման համար անհրաժեշտ երթուղիներում առկա

ճառագայթման մակարդակը և ճառագայթման սահմանված էքսպագիցիոն դոզան:

6.7. Ճառագայթային հետախուզություն: Ճառագայթային միջավայրի հայտնաբերումը և գնահատումը

Ճառագայթային միջավայրի հայտնաբերման և գնահատման անհրաժեշտ տվյալներ են համարվում՝

- ԱԷԿ-ի գտնվելու վայրը, ռեակտորի տեսակը, վթարի ուժգնությունը, որտեղ կարող է, կամ եղել է վթար (ժամ, օր, ամիս),
- վթարի իրական բնույթը և դրա սկսվելու ժամանակը (ժամ, օր, ամիս),
- ԱԷԿ-ի իրական կամ կանխատեսվող եղանակային պայմանները՝ քամու արագությունը և ուժգնությունը, մթնոլորտի ուղղահայաց կայունության դասը (աստիճանը) և այլն:

Ճառագայթային միջավայրի գնահատականն օպերատիվ կանխատեսման ժամանակն իր մեջ ընդգրկում է՝

1. ճառագայթման դոզան (որոշակի ժամանակահատվածում),
2. ճառագայթման դոզայի սահմանման ժամանակ ռադիոակտիվ վարակված տեղանքում աշխատանքները սկսելու ժամանակը կամ տևողությունը:

Հետախուզության տվյալներով՝ ճառագայթային իրավիճակի հայտնաբերման և գնահատման համար կարևոր տվյալներ են համարվում տեղանքում չափված ճառագայթման մակարդակների մեծությունները և վթարից հետո դրանց չափագրման ժամանակը:

Ճառագայթային հետախուզությունն անցկացվում է որոշակի կետերում, ինչպես նաև բնակելի վայրերում, այսինքն այնտեղ, որտեղ կարող է լինել վթարային արտանետումից վարակվածություն:

Աշխատանքների հիմնական ծավալը վթարից հետո առաջին օրերին կատարում են հետախուզական ստորաբաժանումները և քաղաքացիական պաշտպանության կազմավորումները:

Հետախուզական ստորաբաժանումներն իրականացնում են դոզայի հզորության չափում: Վերցնում են հողի, ջրի փորձանմուշներ, մանրակրկիտ հետախուզում բնակելի վայրերը, առևտրի օբյեկտները, ստուգում են սննդամթերքի աղտոտման աստիճանը, սահմանում

օգտագործման հնարավորությունները:

Պարենամթերքի, ջրի, սննդամթերքի ռադիոակտիվ աղտոտման աստիճանի հսկման խնդիրը լուծում են հսկման կազմակերպությունները և լաբորատորիաները:

Դրանք են՝ ագրոքիմիական, անասնաբուժական լաբորատորիաները, որոնք հագեցված են հատուկ դրզաչափման և ռադիոչափման սարքավորումներով:

Այդ ամենից բացի ճառագայթային աղտոտված տեղանքում բնակվող բնակչության համար լրացուցիչ իրականացվում է հսկում՝ առևտրի և ընդհանուր սնման համակարգում, շուկաներում, ուսումնական հաստատություններում և այլն:

6.8. Վթարային իրավիճակի մշտադիտարկում

Ճառագայթային իրավիճակը կանխատեսելիս հաշվի է առնվում վթարի մասշտաբը, ռեակտորի տեսակը, նրա ավերման բնույթը, ռադիոակտիվ նյութերի արտանետման բնույթը, ինչպես նաև ռադիոակտիվ նյութերի արտանետման պահին օդերևութաբանական պայմանները: Մշտադիտարկման նպատակներն են.

- տեղեկատվության ներկայացում վթարի դասակարգման համար,
 - համապատասխան դեմքերի որոշում, որոնք որոշումներ կընդունեն անհապաղ պաշտպանական միջոցառումների իրականացման և գործող մակարդակների ընդլայնման մասին,
 - վթարային գոտում աշխատողների պաշտպանության համար տեղեկատվության ներկայացում,
 - ճշգրիտ և ժամանակին տվյալների ներկայացում վտանգավորության աստիճանի և մակարդակի մասին, որը ստացվել է ճառագայթային վթարի հետազոտության արդյունքում,
 - տուժած տարածքների վնասվածության տարբերակում և վտանգավորության շարունակականության որոշում,
 - վտանգի ֆիզիկական, քիմիական, մեխանիկական բնութագրիչների ներկայացում,
 - պաշտպանական միջոցառումների արդյունավետության ապահովում, ինչպիսին է ապակտիվացումը և այլն:
- Ճառագայթային վթարի ժամանակ նախ անհրաժեշտ է

օդերևութաբանական կայաններից հնարավորինս տեղեկանալ եղանակի տեսությանը և հասկանալ աշխարհագրական տարածքի խոցելիության ծավալները, որտեղ բնակչությունը կարող է տուժել ճառագայթային արտանետման հետևանքով: Մշտադիտարկման անցկացման նպատակն է ուսումնասիրել, արդյո՞ք տվյալ տարածքը բնակեցված, գյուղատնտեսական, թե արդյունաբերական է և այլն:

Այնուհետև, հիմնական գործող մակարդակներում՝ արտադրություններում և այլուր պետք է նշանակվի պաշտպանական միջոցառումներ բնակչության, ընտանի կենդանիների, ջրի պաշարի և այլնի, ինչպես նաև շրջակա միջավայրի ջրի ու սննդամթերքի: Վաղ արձագանքման փուլում վերլուծությունը պետք է կատարվի ըստ տարածքների, որոնք իսկապես համարվում են աղտոտված, ինչը հատկապես կարևոր է արձագանքման սահմանափակ ռեսուրսների դեպքում: Լուրջ ստոմային վթարի դեպքում հնարավոր է պահանջվի անհետաձգելի մշտադիտարկման անցկացում մեծ տարածքներում (100-1000կմ²): Այդ պատճառով, նախապես, մշտադիտարկման ապահովման և ռադիոակտիվ ամպի հետախուզության համար խորհուրդ է տրվում ԱԷԿ-ի շուրջ տեղակայել չափագրող ավտոմատ կայաններ, որոնք անընդմեջ կհետևեն շրջակա միջավայրում առկա ճառագայթման դոզայի հզորությանը և ստացված տվյալները կփոխանցեն վթարային կենտրոններ: Կայանների աշխատանքն առավել արդյունավետ կլինի, եթե կարողանան չափագրել անբոցոլների և գազանման յոդի հարաբերակցությունն օդում:

Փորձանմուշների հավաքման համար ահրաժեշտ է նախապես ընտրել տարածքները և կազմել քարտեզ, հակառակ դեպքում փորձանմուշ պետք է վերցնել ԱԷԿ-ի շուրջը 50 կմ շառավղով տարածքից:

Մշտադիտարկման անցկացման հերթականության համար կարելի է իրականացնել համակարգչային մոդելավորում, որը կհետևի ռադիոակտիվ ամպի շարժը (սկսած արտահոսքի աղբյուրից), եղանակային պայմանները և այլն: Առաջնահերթ մշտադիտարկում է անցկացվում առավել աղտոտված տարածքներում: Արտահոսքում ռադիոնուկլիդների բաղադրությունը կախված է ռեակտորում վթարի սցենարից: Առավել բարձր է այնպիսի ռադիոնուկլիդների արտանետման հավանականությունը, ինչպիսիք են՝ ¹³¹I, ¹³²I, ¹³³I, ¹³¹Te, ¹³²Te, ¹³⁴Gs, ¹³⁷Gs, ¹⁰³Ru, ¹⁰⁶Ru և իներտ գազերը:

6.9. Ճառագայթային իրավիճակի հսկողությունը ՀԱԷԿ-ի վթարի կամ դրա իրական սպառնալիքի դեպքում

ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում ճառագայթային հսկողությունն իրականացվում է ԱԷԿ-ի ընդհանուր վթարի կամ դրա իրական սպառնալիքի դեպքում: Նման դեպքում ճառագայթային հսկողության նպատակն է ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում ԱԷԿ-ից արտանետվող ռադիոակտիվ նյութերի (ռադիոակտիվ ամպի) ներթափանցման գրանցումը:

Ստորև նշված բոլոր պայմաններում ՀՀ պետատոմհսկողության խումբն իրականացնում է ստուգիչ հսկողական չափումներ:

ԱԷԿ-ի ընդհանուր վթարի իրական սպառնալիքի դեպքում ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում գամմա ճառագայթման հզորության պարբերաբար չափումներն իրականացնում են՝ ՆՊՄԻ գոտու բնակավայրերում և ճանապարհների վրա՝ ճառագայթային մշտադիտարկման ու արձագանքման խմբերը (5 հիմնական խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ և 10 պահեստային խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ) և ՀՀ պետատոմհսկողության ճառագայթային մշտադիտարկման խումբը (մեկ խումբ՝ 3 մարդ):

Չափումներն իրականացվում են յուրաքանչյուր ժամը մեկ պարբերությամբ՝ պահպանելով ճառագայթային անվտանգության կանոնները: Խմբերն աշխատում են հերթափոխային կարգով՝ օգտագործելով միևնույն սարքերի հնգական լրակազմեր:

ՇՊՄՊ գոտու բնակավայրերում և ճանապարհների վրա աշխատում են ճառագայթային մշտադիտարկման ու արձագանքման խմբերը (5 հիմնական խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ, 10 պահեստային խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ):

Չափումներն իրականացվում են յուրաքանչյուր 45 րոպեն մեկ անգամ՝ պահպանելով ճառագայթային անվտանգության կանոնները: Փրկարարական խմբերն աշխատում են հերթափոխային կարգով՝ օգտագործելով միևնույն սարքերի հնգական լրակազմեր:

ԱԷԿ-ի ընդհանուր վթարի սկզբնական և միջին փուլերում ճառագայթային հսկողության նպատակն է ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում՝

- 1) ռադիոակտիվ ամպի տարածման ուղղության ճշգրտումը՝ գամմա ճառագայթման հզորության պարբերաբար չափման միջոցով.

2) շրջակա միջավայրի օբյեկտների արտաքին աղտոտվածության ճշգրտումը:

Ռադիոակտիվ ամպի տարածման ուղղության ճշգրտման նպատակով գամնա ճառագայթման հզորության չափումներն իրականացնում են ՆՊՄԻ գոտու բնակավայրերում և ճանապարհների վրա փրկարարական, ճառագայթային, մշտադիտարկման ու արձագանքման խմբերը (5 հիմնական խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ և 10 պահեստային խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ):

Չափումներն իրականացվում են յուրաքանչյուր 30-45 րոպե պարբերությամբ: Փրկարարական խմբերն աշխատում են հերթափոխային կարգով՝ օգտագործելով միևնույն սարքերի հնգական լրակազմեր:

ՇՊՄՊ գոտու բնակավայրերում և ճանապարհների վրա աշխատում են փրկարարական, ճառագայթային մշտադիտարկման և արձագանքման խմբերը (5 հիմնական խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ և 10 պահեստային խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ):

Չափումներն իրականացվում են յուրաքանչյուր 15-30 րոպե նեկ անգամ պարբերականությամբ: Փրկարարական խմբերն աշխատում են հերթափոխային կարգով՝ օգտագործելով միևնույն սարքերի հնգական լրակազմեր:

Շրջակա միջավայրի օբյեկտների արտաքին աղտոտվածության չափումներն իրականացնում են ՆՊՄՊ գոտու բնակավայրերում և ճանապարհների վրա փրկարարական, ճառագայթային մշտադիտարկման ու արձագանքման խմբերը (5 հիմնական խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ և 10 պահեստային խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ):

Փրկարարական խմբերն աշխատում են հերթափոխային կարգով՝ օգտագործելով միևնույն սարքերի հնգական լրակազմեր:

ՇՊՄՊ գոտու բնակավայրերում և ճանապարհների վրա աշխատում են փրկարարական, ճառագայթային մշտադիտարկման ու արձագանքման խմբերը (5 հիմնական խումբ, յուրաքանչյուրում՝ 3 մարդ և 10 պահեստային խումբ, յուրաքանչյուրում՝ 3 մարդ):

Փրկարարական խմբերն աշխատում են հերթափոխային կարգով՝ օգտագործելով միևնույն սարքերի հնգական լրակազմեր: ՀՀ պետատոմհսկողության խումբն իրականացնում է ստուգիչ հսկողական չափումներ:

6.9.1. ՀԱԷԿ-ի ընդհանուր վթարի վերջնական փուլում ճառագայթային հսկողության նպատակը

ՀԱԷԿ-ի ընդհանուր վթարի վերջնական փուլում ճառագայթային հսկողության նպատակն է ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում՝

- 1) ռադիոակտիվ աղտոտման ենթարկված տարածքների և մակերեսային ռադիոակտիվ աղտոտվածության որակական ու քանակական ցուցանիշների ճշգրտումը,
- 2) շրջակա միջավայրի օբյեկտների (օդի, հողի, բուսականության, ջրային ավազանների ու գետերի) ռադիոակտիվ աղտոտվածության որակական և քանակական ցուցանիշների ճշգրտումը:

Ռադիոակտիվ աղտոտման ենթարկված տարածքների և մակերեսային ռադիոակտիվ աղտոտվածության որակական ու քանակական ցուցանիշների ճշգրտումն իրականացնում են.

- 1) ՆՊՄԻ գոտում՝ փրկարարական, ճառագայթային մշտադիտարկման և արձագանքման խմբերը (5 հիմնական խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ և 10 պահեստային խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ), որոնք աշխատում են հերթափոխային կարգով՝ օգտագործելով միևնույն սարքերի հնգական լրակազմեր,
- 2) ՇՊՄՊ գոտում՝ փրկարարական, ճառագայթային մշտադիտարկման և արձագանքման խմբերը (5 հիմնական խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ և 10 պահեստային խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ),
- 3) ռադիոակտիվ աղտոտվածությամբ տարածքներից որակական անալիզի համար փորձանմուշները վերցնում են ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում՝ փրկարարական, ճառագայթային մշտադիտարկման և արձագանքման խմբերը (5 հիմնական խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ և 10 պահեստային խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ),
- 4) ռադիոակտիվ աղտոտվածությամբ տարածքներից որակական անալիզի համար վերցված փորձանմուշների լաբորատոր հետազոտումն իրականացնում է ՀՀ պետատոմհսկողության լաբորատորիան:

Շրջակա միջավայրի օբյեկտների (օդ, հող, բուսականություն, ջրային բաց ավազաններ ու գետեր, խմելու ջուր, տեղական սննդամթերք) ռադիոակտիվ աղտոտվածության որակական և քանակական ցուցանիշների որոշումը՝

- 1) ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում օդի ասպիրացիոն հետազոտում՝ ՀՀ պետատոմհսկողության լաբորատորիաներում.
- 2) ՆՊՄԻ և ՇՊՄՊ գոտիներում որակական անալիզի փորձանմուշների հավաքագրում՝ փրկարարական, ճառագայթային մշտադիտարկման և արձագանքման խմբերի կողմից (5 հիմնական խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ և 10 պահեստային խումբ՝ յուրաքանչյուրում 3 մարդ)
- 3) որակական անալիզի փորձանմուշների լաբորատոր հետազոտում ՀՀ պետատոմհսկողության և պետստանդարտի լաբորատորիաներում (նկ. 7):



Նկ. 7. Ճառագայթային իրավիճակի հսկողություն

ՀԱԷԿ-ի ընդհանուր վթարի դեպքում բնակչության պաշտպանական միջոցառումների իրականացման աշխատանքներում ներգրավված անձնակազմն ապահովվում է անհատական դոզիմետրերով:

Անձնակազմին դոզիմետրերով ապահովելու համար պատասխանատու են համապատասխան կառավարման մարմինների ու կազմակերպությունների ղեկավարները:

Թեստեր 6-րդ գլխի վերաբերյալ

1. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Ճառագայթահարում, մարդու վրա՝

- իոնացնող ճառագայթման ազդեցություն
- ինֆրակարմիր ճառագայթման ազդեցություն
- ուլտրամանուշակագույն ճառագայթման ազդեցություն

2. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Ճառագայթային պաշտպանություն. իոնացնող ճառագայթման վնասակար ազդեցությունից՝

- մարդու պաշտպանություն
- բնության պաշտպանություն
- կենդանիների պաշտպանություն

3. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Վահանաձև գեղձի արգելափակում իրականացվում է, երբ առկա է՝

- յոդ (^{131}I)
- ռադոն (^{222}Rn)
- կալիում (^{40}K)

4. *Նշել սխալ պատասխանները.*

Վահանաձև գեղձի արգելափակման անցկացման պաշտպանությունն արդյունավետ է, եթե այն իրականացվել է ^{131}I ընդունելուց՝

- 6 ժամ առաջ, մինչև ինհալացիան
- ինհալացիայի ժամանակ
- ինհալացիայից 6 ժամ հետո
- ինհալացիայից 8 ժամ հետո

5. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

100 մգ յոդային կալիումի մեկանգամյա ընդունումն ապահովում է՝

- 24 ժամյա պաշտպանական արդյունավետություն
- 1 ժամյա պաշտպանական արդյունավետություն

- 48 ժամյա պաշտպանական արդյունավետություն:

6. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Նախահարձակ պաշտպանական միջոցառումների իրականացման գոտի (ՆՊՄԻ գոտի), Հայկական ատոմային էլեկտրակայանին (ՀԱԷԿ) հարակից՝

- 5 կմ շառավղով տարածք
- 15 կմ շառավղով տարածք
- 30 կմ շառավղով տարածք

7. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Շտապ պաշտպանական միջոցառումների պլանավորան գոտի (ՇՊՄՊ գոտի), Հայկական ատոմային էլեկտրակայանին (ՀԱԷԿ) հարակից՝

- 5-10 կմ շառավղով տարածք
- 10- 20 կմ շառավղով տարածք
- 30-40 կմ շառավղով տարածք

8. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Երկարաժամկետ պաշտպանական գործողությունների պլանավորման գոտի (ԵՊԳՊ գոտի), Հայկական ատոմային էլեկտրակայանին (ՀԱԷԿ) հարակից տարածք՝

- 5 կմ շառավղով տարածք
- 10 կմ շառավղով տարածք
- 30 կմ շառավղով տարածք

9. *Նշել սխալ պատասխանները.*

Անհապաղ պաշտպանական միջոցառում՝ վթարային իրավիճակներում իոնացնող ճառագայթումից բնակչության պաշտպանության նպատակով իրականացվող արագ գործողություններ, այն է՝

- վահանաձև գեղձի արգելափակում
- պատսպարում
- տարահանում
- գյուղատնտեսական պաշտպանական միջոցառումների կիրառում
- ժամանակավոր վերաբնակեցում

Հարցաշար 6-րդ գլխի վերաբերյալ

1. Ի՞նչ է նշանակում «Ճառագայթային ռիսկ» հասկացությունը:
2. Ի՞նչ է վահանաձև գեղձի արգելափակումը և ինչպե՞ս է այն իրականացվում:
3. Որքա՞ն ժամանակ է ահրաժեշտ օգտագործել յոդային կալիում և ինչո՞ւ:
4. Որքա՞ն ժամանակ կարող է ապահովել վահանաձև գեղձի արգելափակումը 100 մգ յոդային կալիումը:
5. Ո՞ր միջոցառումներն են համարվում ճառագայթային անհապաղ պաշտպանական և ինչո՞ւ:
6. Որո՞նք են ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտի շուրջ սահմանված վթարային պլանավորման գոտիները և ինչո՞վ են իրարից տարբերվում:
7. Որտեղի՞ց է իրականացվում նախահարձակ պաշտպանական միջոցառումների իրականացման (ՆՊՄԻ) գոտում գտնվող բնակչության ազդարարումը և ինչպե՞ս:
8. Ինչպե՞ս է իրականացվում նախահարձակ պաշտպանական միջոցառումների իրականացման (ՆՊՄԻ) և շտապ պաշտպանական միջոցառումների պլանավորան (ՇՊՄՊ) գոտիներում բնակչության պատասպարումը:
9. Քանի՞ փուլով է իրականացվում ավտոտրանսպորտով տարհանման միջոցառումները և ինչպե՞ս:
10. Ո՞ր գոտիների սահմանագծերում են ծավալվում բնակչության սանիտարական մշակումը և ինչո՞ւ:
11. Ե՞րբ և ի՞նչ նպատակով է նախահարձակ պաշտպանական միջոցառումների իրականացման (ՆՊՄԻ) և շտապ պաշտպանական միջոցառումների պլանավորան (ՇՊՄՊ) գոտիներում իրականացվում ճառագայթային հսկողություն:
12. Ի՞նչ պաշտպանական միջոցառումներ են իրականացվում բնակչության համար (ձևավորված ճառագայթային միջավայրից կախված):
13. Ի՞նչ է նշանակում «Ճառագայթային պաշտպանության ռեժիմը» և ինչպե՞ս է իրականացվում:
14. Որտե՞ղ և ինչո՞ւ է իրականացվում ճառագայթային հետախուզություն:

ԳԼՈՒԽ 7.

ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՅԻՆ ՎԱՐԱԿՎԱԾ ԳՈՏՈՒ ՎԱՐԱԿԱԶԵՐԾՄԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

7.1. Ռադիոակտիվ աղտոտում

- Ռադիոակտիվ աղտոտումը տեղի է ունենում երեք պատճառով՝
1. միջուկային պայթյունի արդյունքում, վթար ԱԷԿ-ում կամ այլ միջուկային էներգետիկ սարքավորման վթարից,
 2. գիտական կազմակերպություններում և արդյունաբերության մեջ,
 3. բժշկության մեջ:

Ռադիոակտիվ վարակվածության են ենթարկվում տեղանքը, բույսերը, մարդը, կենդանիները, շենքերը, տրանսպորտը և տեխնիկան, սարքերը և սարքավորումները, սննդամթերքը, ջուրը և այլն: Առավել քանակության ռադիոակտիվ մասնիկները թափվում են գետնին, որն էլ հետո տրանսպորտի անիվների, գյուղատնտեսական տեխնիկայի, մարդկանց ոտքերի և կենդանիների միջոցով տարածվում մի տեղից մյուսը: Ընդլայնելով վարակման գոտին՝ փոշենման մասնիկները տարածվում են օդում, կառուցվածքներում (բնակարաններ, նկուղներ, տանիքներ և այլն) և այլն:

Ավելի փոքր մասնիկներն ակերզովների տեսքով թռչում են օդում, ընկնում մարդու և կենդանիների շնչառական օրգաններ:

Իդեալական հարթ տարածություններ չկան: Դրա համար էլ ռադիոակտիվ մասնիկները նստելով մակերեսի վրա, ներթափանցում են ճեղքեր:

Ռադիոակտիվ մասնիկների նշանակալից քանակությունն անմիջապես կամ անձրևի միջոցով թափվում է գետերի, ջրամբարների, լճերի և այլ ջրերի մեջ:

Շենքերի և շինությունների արտաքին մակերեսը ևս անհավասար է վարակվում: Դա կախված է, թե ինչպիսին է այն՝ հորիզոնական, թեք կամ ուղղահայաց:

Վթարի դեպքում առավել շատ աղտոտման են ենթարկվում ԱԷԿ-ի մոտակա տարածքները, իսկ հեռավորության վրա ռադիոակտիվ աղտոտման դոզայի հզորությունը նվազում է:

7.2. Ապասկտիվացում

Ապասկտիվացումը ռադիոակտիվ նյութի այնպիսի հեռացում է վարակված օբյեկտից, որը բացառում է մարդկանց խոցելիությունը և ապահովում նրանց անվտանգությունը: Ապասկտիվացման օբյեկտներ կարող են լինել բնակելի և արտադրական շենքերը, տարածքները, սարքերը, տրանսպորտն ու տեխնիկան, հագուստը, սննդամթերքը, ջուրը և այլն: Ապասկտիվացման վերջնական նպատակն է՝ ապահովել, բացառել կամ քչացնել ճառագայթման վնասակար ազդեցությունը մարդու օրգանիզմի վրա: Ապասկտիվացում կարող են իրականացնել նաև ռադիոակտիվ նյութերը ջրի հոսքով կամ գոլորշու միջոցով հեռացնելով:

Գոյություն ունի նաև ռադիոակտիվ նյութերի մեխանիկական հեռացում՝ ավլում, ներծծում, փշում, վարակված շերտի հանում:

Ապասկտիվացման նյութեր և հեղուկներ: Ապասկտիվացման աշխատանքներ իրականացնելու համար օգտագործում են նյութեր, որոնք թույլատրում են բարձրացնել ռադիոակտիվ մասնիկների արդյունավետ հեռացումը: Դրանց թվին են պատկանում ակտիվ լվացող նյութերը, արտադրական ձեռնարկությունների մնացորդները, օրգանական լուծույթները և այլ նյութեր: Որպեսզի բարձրացնեն ջրի լվացման արդյունավետությունը, դրա մեջ ավելացնում են (0,1-0,5)% մակերեսային ակտիվ նյութեր: Մակերեսային ակտիվ նյութեր են համարվում սովորական օձառը, գարդիները, սուլֆանոլը և այլն:

Գարդիները սպիտակ գույնի փոշի է, լավ լուծվում է ջրում, ունի մակերեսային ակտիվ և լվացող հատկություններ:

Սուլֆանոլը մածուկանման կամ թիթեղի տեսքով շագանակագույն նյութ է, որոշ չափով լուծվում է ջրում: Սուլֆանոլն օգտագործվում է լվացող փոշիների պատրաստման համար:

Ապասկտիվացման օբյեկտներ

- **Արտադրական ձեռնարկությունների տարածքներ.**



Նկ. 8. Ապասկտիվացման աշխատանքների իրականացում

Արտադրական ձեռնարկությունում ապասկտիվացման աշխատանքներն իրականացվում են իրենց իսկ վարակազերծման խմբերի միջոցով:

Ասֆալտապատ անցումներում և միջանցքներում ռադիոակտիվ փոշին լվանում են հրդեհաշիջման մեքենաների օգնությամբ (մոնոպոմպ և այլ միջոցներով), ինչը թույլ է տալիս ուղղորդված հոսքով և ճնշման տակ կատարել մակերեսի մշակում: Վերոհիշյալը դժվար գործընթաց է. պահանջում է ոչ միայն ժամանակ, այլև կրկնում, քանի որ աղտոտման մակարդակի իջեցումը դանդաղ է տեղի ունենում և շատ հաճախ մաքրված մակերեսի վրա նորից ընկնում են ռադիոակտիվ նյութեր, որոնք բերվում են քամու կամ մարդու միջոցով:

Անհրաժեշտ է հիշել, որ ճանապարհների և անցումների ապասկտիվացումը լրիվ չի հեռացնում մարդու ճառագայթման վտանգը, բայց նշանակալից իջեցնում է այն:

➤ **Շենքեր և կառույցներ.**

Ապասկտիվացման միջոցները կարող են լինել տարբեր՝ ջրի ցայտի ճնշման տակ լվացում, ռադիոակտիվ նյութերի հեռացում արտադրական փոշեկուլների օգնությամբ և այլն: Լավագույն արդյունքների համար պետք է ավելացնել ջրի ծախսը և ավելացնել ճնշումը (նկ. 9):



Նկ. 9. Ապասկտիվացում ջրի ցայտի միջոցով

➤ **Տրանսպորտային միջոցներ.**

Տրանսպորտային միջոցների և տեխնիկայի ապասկտիվացումը կարող է լինել մասնակի կամ լրիվ: Մասնակի ապասկտիվացումը կատարում է վարորդական և սպասարկող կազմը:

Նրանք մշակում են այն տեղերը և մեքենայի հանգույցները, որոնց հետ հաճախակի են շփվում շահագործման ընթացքում (նկ. 10): Մեքենայի վարակազերծումն իրականացնելիս պետք է առաջին հերթին մշակել սրահի վերևի մասը, շարժիչը, ներքին մակերեսը, ղեկավարման սարքերը: Ամբողջ ընթացքը տեղի է ունենում անվտանգության

կանոնների խիստ պահպանման ներքո, մշտական դոզիմետրիկ հսկողության տակ: Վարակազերծման համար կիրառվում են հատուկ

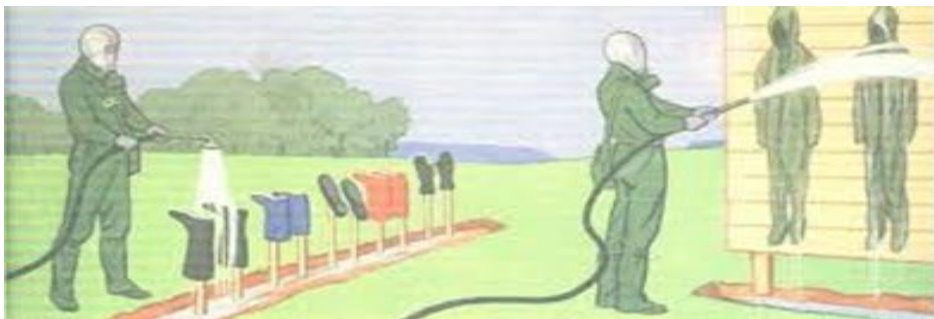


Նկ. 10. Տրանսպորտային միջոցների և տեխնիկայի ապասակտիվացում

լվացող լուծույթներ:

➤ **Հագուստ, կոշիկներ և անհատական պաշտպանության միջոցներ.**

Հագուստի, կոշիկների և անհատական պաշտպանության միջոցների ապասակտիվացումը կարող է լինել մասնակի և լրիվ: Ամբողջը կախված է պայմաններից, վարակվածության աստիճանից և իրավիճակից: Եթե բնակչությունն իրականացնում է մասնակի սանիտարական մշակում, ապա միաժամանակ իրականացվում է նաև մասնակի ապասակտիվացում: Այդպիսի գործողությունների կատարման ընթացքում վարակվածության գոտում, հագուստը, կոշիկները, անհատական պաշտպանության միջոցները չեն հանում (նկ. 11):



Նկ. 11. Հագուստի, կոշիկների և անհատական պաշտպանության միջոցների ապասակտիվացում

Վարակված տարածքից դուրս գալուց հանում են հագուստը, կոշիկները և անհատական պաշտպանության միջոցները:

Մասնակի ապակտիվացումը կայանում է նրանում, որ մարդն ինքն է հեռացնում ռադիոակտիվ նյութերը: Դրա համար հագուստը, կոշիկները, անհատական պաշտպանության միջոցները կախում են պարանների, ծառի ճյուղերի վրա և մանրակրկիտ 20-30 րոպեի ընթացքում թափ են տալիս ավելով կամ թափահարում փայտով: Ապակտիվացման դեպքում, որն առաջացնում է փոշի, մարդիկ պետք է ունենան ռեզինե ձեռնոցներ, շնչադիմակ կամ հակագազ: Եթե նշված պարագաները բացակայում են, ապա դեմքին հագնում են բազմաշերտ կտորի կամ մառյայի դիմակ: Հագուստի վրայից հագնում են խալաթ կամ կոմբինեզոն, ոտքերին՝ ճտքակոշիկներ:

➤ **Անվտանգության միջոցներ.**

Հիմնական կանոնը, որը պետք է պահպանել ապակտիվացման աշխատանքները կազմակերպելու և անցկացնելու դեպքում ճառագայթման դոզայի նվազագույն սահմանումն է: Որքան քիչ մարդը ենթարկվի ճառագայթման, այդքան լավ: Անհրաժեշտ է համապատասխան միջոցներ ձեռնարկել կանխարգելելու ռադիոակտիվ նյութերի ներթափանցումն օրգանիզմի մեջ և ջրի հետ: Պաշարները և ջուրը պետք է պահել փոշի և ջուր չներթափանցող ամանի մեջ: Անհրաժեշտ է մթերքը և ջուրն ընդունել չվարակված տարածքներում՝ օգտագործելով շնչառական օրգանների պաշտպանության միջոցներ: Առաջին հերթին, օգտագործում են Պ-2 ռեսպիրատորներ (շնչադիմակներ) «Лепесток», «Астра» և այլն: Ռեսպիրատորների (շնչադիմակներ) բացակայության դեպքում կարելի է օգտագործել հակագազեր և սովորական միջոցներ, ինչպիսիք են՝ մառյայե ՊՏՄ-1 դիմակները: Յանկալի է օգտագործել ռեզինե փակ կոշիկներ, ձեռքերին՝ ձեռնոցներ (նկ. 12):



Նկ. 12. Անվտանգության միջոցներ

7.3. Ճառագայթային անվտանգության անցակետեր և պաշտպանիչ անցախցեր

Ճառագայթային անվտանգության անցակետերը պետք է տեղակայեն ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտի հսկման և դիտարկման գոտիների միջև՝ բաց ռադիոիզոտոպային աղբյուրների հետ աշխատանքների իրականացման շինությունում կամ փակ անցումային կամրջակով այդ շինության հետ միացված արտադրական մասնաշենքում (նկ. 13):

Ճառագայթային անվտանգության անցակետի կազմի մեջ մտնում են ցնցուղարանները, անձնական հագուստի հանդերձարանը, աշխատանքային արտահագուստի հանդերձարանը, անձնական պաշտպանիչ միջոցների պահման շենքը, մաշկի մակերեսի և արտահագուստի ռադիոակտիվ աղտոտման հսկման կետը, աշխատանքային աղտոտված արտահագուստի պահեստարանը, մաքուր աշխատանքային արտահագուստի պահեստարանը, սանհանգույցները: Ճառագայթային անվտանգության անցակետում պետք է տեղակայվի կոնտակտային (ոտնակային) կամ ոչ կոնտակտային կառավարմամբ խմելու ջրի ցայտաղբյուր:



Նկ. 13. Ճառագայթային անվտանգության անցակետ

Կախված կատարվող աշխատանքների ծավալից և բնույթից, անցախցերում պետք է նախատեսվեն՝

- 1) զգեստափոխման, անձնական պաշտպանական լրացուցիչ միջոցների նախնական ապակտիվացման և պահման տեղեր,
- 2) Ճառագայթային հսկման կետ,
- 3) լվացարաններ:

Ճառագայթային անվտանգության անցակետի շենքերի հատակը, պատերը և առաստաղները, ինչպես նաև պահարանների մակերեսները պետք է ունենան ջրակայուն, ռադիոակտիվ նյութերը

թույլ կլանող, հեշտ մաքրման և ապակտիվացման ենթակա պատվածքներ:

Հանդերձարանում անձնական հագուստի և աշխատանքային արտահագուստի պահարանների թիվը պետք է համապատասխանի հսկման գոտում անձնակազմի առավելագույն թվին:

Աղտոտված աշխատանքային արտահագուստի պահեստարանի տեղակայումը պետք է ապահովի լվացման ուղարկվող արտահագուստի փակ տեղափոխումը՝ շրջանցելով մաքուր շենքերը, ելնելով դեպի փողոց: Պահեստարանը պետք է տեղակայվի ճառագայթային հսկման կետի և աղտոտված աշխատահագուստի հանդերձարանին մոտ:

Աշխատանքային արտահագուստը պետք է տեսակավորվի ըստ դրա տեսակի և ռադիոակտիվ աղտոտվածության աստիճանի: Աղտոտված աշխատանքային արտահագուստը պետք է հանդերձարանից պահեստարան տեղափոխվի փաթեթավորված:

Անհատական պաշտպանության միջոցների (գոգնոցներ, ակնոցներ, շնչադիմակներ, լրացուցիչ կոշիկներ և այլն) պահպանման շենքերը պետք է տեղակայվեն հսկման գոտուց դուրս՝ աշխատանքային մաքուր արտահագուստի հանդերձարանի մոտ:

Մաշկի մակերեսի ռադիոակտիվ աղտոտվածության հսկման կետը պետք է տեղակայվի լոգարանի և անձնական հագուստի հանդերձարանի միջև:

Եթե անմիջապես ապակտիվացում կատարել հնարավոր չէ, ապա տարհանվածներին պետք է խորհուրդ տրվի հնարավորինս արագ լողանալ և կեղտոտված հագուստը փոխել: Հարկավոր է տարհանվածներին խորհուրդ տալ չխմել, չուտել և չծխել այնքան ժամանակ, քանի դեռ ձեռքերը լվացած չեն:

Բաց ռադիոիզոտոպային աղբյուրների հետ կատարվող առաջին դասի աշխատանքների և երկրորդ դասի որոշակի աշխատանքների ժամանակ անձնակազմը պետք է ունենա անհատական պաշտպանության հիմնական միջոցների լրակազմ, ինչպես նաև պաշտպանության լրացուցիչ միջոցներ՝ կախված հնարավոր ռադիոակտիվ աղտոտման բնույթից ու մակարդակից:

Անհատական պաշտպանության հիմնական միջոցների լրակազմն ընդգրկում է հատուկ սպիտակեղեն, գուլպաներ, կոմբինեզոն կամ կոստյում (բաճկոն և տաբատ), հատուկ կոշիկներ, գլխարկ կամ սաղավարտ, ձեռնոցներ, մեկանգամյա օգտագործման

սրբիչ և թաշկինակներ, շնչառական օրգանների պաշտպանության միջոցներ (կախված օդի աղտոտվածությունից):

Բաց ռադիոիզոտոպային աղբյուրների հետ կատարվող աշխատանքների ժամանակ օգտագործվող անհատական պաշտպանության միջոցները պետք է լինեն մեկանգամյա օգտագործման կամ պատրաստված լինեն լավ ապաստիվացվող նյութերից:

Ռադիոակտիվ լուծույթների կամ փոշիների հետ աշխատողները, ինչպես նաև ռադիոակտիվ նյութերի հետ աշխատանքների համար նախատեսված սենքերը մաքրող անձնակազմը, բացի անհատական պաշտպանության հիմնական միջոցներից, պետք է ունենան լրացուցիչ՝ թաղանթային կամ պոլիմերային ծածկույթով հագուստ, գոգնոցներ, թևնոցներ, կիսախալաթներ, ռետինե կամ պլաստմասսայից պատրաստված հատուկ կոշիկներ:

Շնչառական օրգանների պաշտպանության միջոցները (ֆիլտրող կամ մեկուսացնող) պետք է օգտագործվեն բաց ռադիոիզոտոպային աղբյուրների հետ կատարվող աշխատանքների դեպքում, շինության օդի հնարավոր աղտոտվածության պայմաններում (փոշիների հետ կատարվող աշխատանքներ, ռադիոակտիվ լուծույթների գոլորշիացում և այլն):

Այն աշխատանքների ժամանակ, երբ հնարավոր է ռադիոակտիվ գազերով կամ գոլորշիներով շինության օդի աղտոտվածություն (վթարների վերացում, վերանորոգման աշխատանքներ և այլն) կամ, երբ ֆիլտրող միջոցների օգտագործումը չի ապահովում ճառագայթային անվտանգությունը, պետք է օգտագործել մեկուսացնող պաշտպանիչ միջոցներ (պնևմատարտահագուստներ, իսկ առանձին դեպքերում՝ ավտոնոմ մեկուսացնող ապարատներ):

Բարձր դասի աշխատանքների համար նախատեսված սենքերից ցածր դասի աշխատանքների համար նախատեսված սենքեր անցման դեպքում պետք է հսկել անհատական պաշտպանության միջոցների ռադիոակտիվ աղտոտվածության մակարդակը:

Թույլատրելի մակարդակները գերազանցող աղտոտվածությամբ աշխատանքային արտահագուստը և սպիտակեղենը պետք է ուղարկվեն նախատեսված լվացքատներ՝ ապաստիվացման: Անձնակազմը հիմնական աշխատանքային

արտահագուստը և սպիտակեղենը պետք է փոխի ոչ ուշ, քան յուրաքանչյուր 7 օրը մեկ անգամ:

Լրացուցիչ անհատական պաշտպանության միջոցները (թաղանթային, ռետինե, պոլիմերային ծածկույթով) յուրաքանչյուր օգտագործումից հետո, պաշտպանիչ անցախցերում կամ հատուկ առանձնացված այլ տեղերում պետք է ենթարկվեն նախնական ապակտիվացման: Եթե ապակտիվացումից հետո դրանց մնացորդային աղտոտվածությունը գերազանցում է թույլատրելի մակարդակը, ապա դրանք պետք է ուղարկվեն նախատեսված լվացքատներ՝ ապակտիվացման:

Ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտների հսկման գոտում չի թույլատրվում՝

- 1) անձնակազմի գտնվելն առանց անհրաժեշտ անհատական պաշտպանության միջոցների,
- 2) սնվել, ծխել, կոսմետիկ պարագաներ օգտագործել,
- 3) պահել սննդամթերք, ծխախոտ, անձնական հագուստ, կոսմետիկ պարագաներ և աշխատանքին չվերաբերող այլ իրեր:

Ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտի հսկման գոտում կարող են նախատեսվել սննդի ընդունման և ծխելու սենքեր, որոնք մյուս սենքերից պետք է առանձնացվեն պաշտպանիչ անցախցով և ունենան ձեռքերի լվացման համար տաք ջրով լվացարանային սարքավորում:

Բաց ռադիոիզոտոպային աղբյուրների հետ աշխատանքների կատարման համար նախատեսված սենքերից դուրս գալու դեպքում, պետք է ստուգվեն անձնակազմի աշխատանքային արտահագուստի և մյուս անհատական պաշտպանության միջոցների ռադիոակտիվ աղտոտվածությունը: Ռադիոակտիվ աղտոտվածությամբ աշխատանքային արտահագուստը և այլ անհատական պաշտպանության միջոցները պետք է հանվեն և ուղարկվեն ապակտիվացման, իսկ անձնակազմը՝ ցնցուղի տակ մաքրման:

Թեստեր 7-րդ գլխի վերաբերյալ

1. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Ռադիոակտիվ ադոտոումը տեղի է ունենում միջուկային պայթյունի արդյունքում, ատոմային էլեկտրակայանի (ԱԷԿ) կամ այլ միջուկային էներգետիկ սարքավորման վթարից, գիտական կազմակերպություններում, արդյունաբերության և բժշկության մեջ:

- այո
- ոչ
- մասամբ

2. *Նշված արտահայտություններից կատարել համապատասխան ընտրություն և կազմել ճիշտ նախադասություն.*

Ապակտիվացումը,

դա՛

և ապահովում նրանց անվտանգությունը:

- որը բացառում է մարդկանց խոցելիությունը
- ռադիոակտիվ նյութի
- վարակված օբյեկտից
- այնպիսի հեռացում է

3. *Նշել սխալ պատասխանները.*

Ապակտիվացման օբյեկտներ են՝

- արտադրական ձեռնարկությունների տարածքները
- գետերը
- տրանսպորտային միջոցները
- մթնոլորտը
- հազուստը, կոշիկները և անհատական պաշտպանության միջոցները
- անվտանգության միջոցները
- կերահանդակները
- շենքերը և կառույցները

Հարցաշար 7-րդ գլխի վերաբերյալ

1. Որո՞նք են ռադիոակտիվ աղտոտման առաջացման պատճառները:
2. Ի՞նչ է նշանակում ապասկտիվացում:
3. Ո՞ր օբյեկտները կարող են ենթարկվել ապասկտիվացման:
4. Ի՞նչ նյութերով է իրականացվում ապասկտիվացումը:
5. Ե՞րբ է իրականացվում տրանսպորտային միջոցների վարակազերծում:
6. Ե՞րբ և ինչպե՞ս է իրականացվում հագուստի, կոշիկների ու անհատական պաշտպանության միջոցների մասնակի ապասկտիվացում:
7. Անվտանգության ո՞ր կանոնները պետք է պահպանել ապասկտիվացումը կազմակերպելու և իրականացնելու ժամանակ:
8. Որտե՞ղ են տեղակայվում ճառագայթային անվտանգության անցակետերը:
9. Ի՞նչ պետք չէ անել ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտների հսկման գոտում:

ԳԼՈՒԽ 8.

ՌԱԴԻՈԱԿՏԻՎ ՎՏԱՆԳԱՎՈՐ ԳՈՏՈՒՄ ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՀՈՂԱՏԵՍՔԵՐԻ ԵՎ ԲԱՅ ՋՐԱՅԻՆ ԱՎԱԶԱՆՆԵՐԻ ՊԱՇՏՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

8.1. Ատոմային էլեկտրակայաններ և շրջակա միջավայրը

Ատոմային էլեկտրակայանները տասնամյակներ շահագործելուց հետո չի հայտնաբերվել ատոմակայանների որևէ նշանակալից ներգործություն շրջակա միջավայրի վրա:

Դիտարկենք շրջակա միջավայրի վրա ԱԷԿ-ների հնարավոր ազդեցության օրինակներ.

➤ Ջերմափոխանակիչների ազդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա.

Երբ ատոմային էլեկտրակայանները կահավորված են ջերմափոխանակիչներով, ապա սառեցվող ջուրն իր ջերմության 20 %-ը կորցնում է կոնվեկցիայի ճանապարհով՝ շփվելով խողովակի մեջ շրջանառվող օդի հոսանքի հետ, և 80 %-ը գոլորշիացման ընթացքում՝ առաջացնելով գոլորշու ամպի քուլաներ: Շատ հետազոտություններ են իրականացվել որոշելու հովացման աշտարակներից դուրս եկած գոլորշու ներգործությունը տեղական կլիմայի վրա: Սակայն պարզվել է, որ դրանց միակ ներգործությունը 2 կմ-ի վրա արեգակի լուսավորության մակարդակի նվազումն է 5%-ով, իսկ կայանից 5 կմ-ի վրա՝ 2 % է նվազում: Բայց այդ նվազումը փոքր է արեգակնային լուսավորության բնական տատանումներից, որոնք տեղի են ունենում տարվա ընթացքում:

➤ Գազային արտանետումների ազդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա.

Կայանի շրջակա միջավայրի մթնոլորտի ռադիոակտիվության վերահսկողությունը կատարվում է չորս եղանակով՝

1. վերահսկման կայաններով իրականացվող ատոմակայանի շրջակա միջավայրի գամմա-ճառագայթման անընդմեջ չափմամբ,
2. կայանում մշտական հավաքվող մթնոլորտային փոշու նմուշներ վերցնելով և ամենօրյա վերահսկողությամբ,
3. կայանում հավաքված անձրևաջրերի նմուշների կանոնավոր վերլուծությամբ,

4. ատոմակայանների մոտակայքում տեղակայված գյուղական տնտեսություններում իրականացվող խոտի և կաթի կանոնավոր ստուգմամբ:

➤ Աղմուկի ազդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա.

Կայանների շինարարության պահից և դրանց շահագործման ընթացքում գործի են գցվում տարբեր միջոցներ՝ պայքարելու ակուստիկական գրգռիչների դեմ:

Աղմուկի նվազեցումը կատարվում է տարբեր մեթոդներով՝ սկսած առանձին սարքավորումների վրա պաշտպանիչ պատյաններ հագցնելուց, մինչև ամբողջ շենքի ձայնային մեկուսացումը, ինչպես այն կատարվում է մեքենայական դահլիճի հետ:

Դրա հետ միասին կայանի մինչև շահագործումը և շահագործման հանձնելուց հետո կատարվում են ակուստիկական ստուգումներ, որպեսզի համոզվեն աղմուկի մակարդակն ընդունելի է տեղական բնակչության համար, թե՞ ոչ:

➤ Ազդեցությունը ջրերի վրա.

Ատոմային էլեկտրակայանների աշխատանքի համար պահանջվում են որոշակի սառը աղբյուրներ:

Ջրի նվազագույն ծախսերի դեպքում սառեցումն իրականացվում է փակ ջերմաշրջանառության կոնտուրում. կայանի սառեցման համար ջուրն ուղարկվում է ջերմափոխանակիչներ, որտեղ այն օդի հետ ջերմափոխանակման ճանապարհով սառչում է, որից հետո կրկնակի օգտագործվում ատոմակայանում: Այդ դեպքում վերցվող ջրի ծավալը համեմատաբար մեծ չէ և դրա ազդեցությունը գետի կամ ծովի ռեժիմի վրա էական չէ:

Ներքին փակ ջրամատակարարման կայանների դեպքում պահանջվում է վերականգնել գոլորշիացված ջրի քանակները: Եթե գետերում այդ քանակները չեն բավականացնում, ապա օգտագործվում են ջրամբարների լրացուցիչ ջրերը:

➤ Ազդեցությունը գետերի ֆիզիկա-քիմիական բաղադրության վրա.

Ատոմակայանների ջրի շրջանառու կոնտուրներում գետերի ջրերի օգտագործման համար այն պետք է նախապատրաստել ենթարկելով ֆիզիկա-քիմիական մշակման, որպեսզի բացառվի ջերմափոխանակման կոնտուրում և խողովակազներում

նստվածքների և պարագիտային օրգանիզմների (խեցեքարերի և ջրիմուռների) կուտակումները:

Այդ մշակումները բերում են քիմիական արտանետումների, որոնց ազդեցությունը նշանակալից չէ և սահմանափակ է: Բայց և այնպես, դրանք ենթարկվում են խիստ վերահսկողության:

Որպեսզի շրջակա միջավայրի վրա քիմիական արտանետումների ազդեցությունը սահմանափակվի, կիրառում են նախազգուշական և պաշտպանության մի շարք միջոցառումներ՝

- ✓ մինչև կայանի կառուցումը կատարվում է ջրային միջավայրի մանրակրկիտ ուսումնասիրություն,
- ✓ ելնելով ուսումնասիրությունների արդյունքներից հրատարակվում են կանոններ և կարգադրագրեր, որոնք խիստ կերպով նշում են ջրում աղերի թույլատրելի քանակները,
- ✓ դիտարկումները շարունակվում են նաև ատոմակայանը շահագործման հանձնելուց հետո: Երեք չափող կայանները տեղադրվում են ատոմակայանը սնող ջրի մուտքի մասում՝ արտանետման տեղում և արտանետման ընթացքում, որտեղ կատարվում է դրանց խառնումը գետերի ջրերի հետ, որոնց նպատակն է չափել ջրերի թթվայնությունը, դրա միներալիզացվածությունը, լուծված թթվածնի տոկոսային բաղադրությունը և ջրի ջերմաստիճանը:

8.2. Ճառագայթային վարակված տարածքներում գյուղատնտեսական նշանակության հողատեսքերի պաշտպանությունը

Ռադիոակտիվ նյութերի արտանետման հետևանքով վարակված բնությունը և վարակման մասշտաբները բավականին լավ է ուսումնասիրված, որը հնարավորություն է տվել մշակել և ներդնել ագրոարդյունաբերական արտադրության հիմունքների հայեցակարգ: Այն իր մեջ ընդգրկում է միջոցառումների մի ողջ համակարգ ուղղված գյուղատնտեսական մշակաբույսերում և կենդանական ծագում ունեցող սննդամթերքում եղած ռադիոնուկլիդների բաղադրության թույլատրելի չափը պահպանելուն և պարունակում է կազմակերպչական, ագրոմելիորատիվ, անասնաբուժական, տեխնոլոգիական և այլ միջոցառումներ:

Կազմակերպչական միջոցառումները նախատեսված են առաջին հերթին հաշվառելու կերահանդակներն ըստ աղտոտման

հաստության և իրականացնել քարտեզագրում (սխեմա, տեղանքի պլան)՝ նշելով անասնակերում և կենդանական ծագումով սննդամթերքում եղած ռադիոնուկլիդների բաղադրությունը: Այդ արդյունքներն էլ համապատասխանաբար որոշում են այն տարածքները, որտեղից կարելի է հավաքել մշակաբույսեր՝ արդյունաբերական նպատակով օգտագործելու համար: Բոլոր դեպքերում էլ ճառագայթային հսկողությունը պարտադիր է: Շատ կարևոր է անցկացվող միջոցառումներին տալ օբյեկտիվ գնահատական (մշակաբույսերի և կենդանական սննդամթերքի ախտորոշման տեսանկյունից):

Ագրոմելիորատիվ միջոցառումներն իրենց մեջ ընդգրկում են այն մշակվող տարածքները, որոնք ունեն վարակվածության փոքր մակարդակ:

Ագրոքիմիական միջոցառումներն աշխատանքներ են, ուղղված ապարների ֆիզիկա - քիմիական ռեժիմի օպտիմալացմանը:

Անասնաբուծական միջոցառումներն իրենց մեջ ընդգրկում են արոտավայրերի և մարգագետինների ռացիոնալ օգտագործումը, կերի հավաքումը, անասնակերի լիարժեք հարստացումը հարստացուցիչներով:

Տեխնոլոգիական միջոցառումները նախատեսվում են պտուղ բանջարեղենի և տեխնիկական մթերքի հավաքում ու առաջնահերթ մաքրում, ինչպես նաև խոտաբույսերի, բանջարեղենի և անասնակերերի հավաքում ու մաքրում, որը և կարող է բացառել բերքի երկրորդային աղտոտումը: Հատուկ դեր է կատարում ֆեոցիանիտ պատրաստուկներ ստացած կենդանիների, արտադրվող մթերքի տեխնիկական և խոհանոցային վերամշակումը՝ նրանցում եղած ռադիոնուկլիդների բաղադրությունը նվազեցնելու նպատակով:

8.3.Ռադիոակտիվ վարակված տարածքում բուսաբուծության իրականացման միջոցառումներ

Ռադիոակտիվ վարակված տարածքում բուսաբուծություն իրականացնելու նպատակով օգտագործում են այնպիսի ցուցանիշներ, որոնք բնութագրում են ապարներում և բույսերում շարժվող ռադիոնուկլիդները, հատկապես ռադիոնուկլիդների ձևը, որոնք ազդում են դրանց կենսաբանական շարժման վրա:

Կաթնատու և մսատու կենդանիներին արոտավայր կարելի է տանել միայն ռադիոակտիվ հսկողությունից հետո:

Մշակաբույսերին պարտադիր տրվում է օրգանական, ֆոսֆորական և կալիումական հարստացումներ, եթե հողի վարակվածության հաստությունը (185-555) կԲԿ/մ² է: Տորֆային տարածքում կանաչեղենի, կարտոֆիլի, բանջարեղենի և արմատապտուղների աճեցումը բացառվում է: Դրա փոխարեն ցանկացած տեսակի ապարներում կարելի է զբաղվել սերմաբուծությամբ:

Հողի 555 կԲԿ/մ²-ից բարձր հաստության աղտոտվածության դեպքում անհրաժեշտ է իրականացնել ագրոտեխնիկական և ագրոքիմիական միջոցառումներ:

Բուսական ծագում ունեցող մթերքներում ռադիոնուկլիդների բաղադրությունը նվազեցնելուն ուղղված միջոցառումներ.

- ✓ Ավանդական. պահպանելու և բարձրացնելու ապարների բերքատվությունը, բույսերի աճը, միաժամանակ հնարավորություն ընձեռում նվազեցնելու ռադիոակտիվ նյութերի անցումն ապարներից բույսերին.
- ✓ Հատուկ. ապարների վերին շերտի մաքրում ռադիոակտիվ նյութերի աղտոտվածությունից:

Առավել արդյունավետ միջոցառում է համարվում մշակաբույսերի տեսակի ընտրությունը՝ ¹³⁷Cs-ի նվազեցումը 2-45 անգամ, հանդերի և մարգագետինների արմատային բարելավումը (6-10 անգամ): Տարբեր տեսակի ապարներում աճող բույսերում ռադիոնուկլիդների կուտակումը կարող է փոխվել 2-10 անգամ: Ագրոքիմիական միջոցառումները և քիմիական մեխորացիան հնարավորություն են տալիս նվազեցնել բույսերում եղած ռադիոնուկլիդների բաղադրությունը:

8.4. Գյուղատնտեսական հիմնական միջոցառումների անցկացման մարտավարության մշակում

Հիմնական միջոցառումների անցկացման ժամանակը և բնույթը էապես կախված են վթարի հետևանքով արտանետված ռադիոնուկլիդների քանակից ու բաղադրությունից, տարվա եղանակից ու տեղանքի առանձնահատկություններից: Վթարի ընթացքը պայմանականորեն կարելի է բաժանել 3 փուլի՝

1. վաղ

2. ընթացիկ
3. ավելի ուշ

Վաղ փուլ. դեռ արտանետում տեղի չի ունեցել, երբեմն վթարի մասին ազդարարումը տեղի է ունենում ժամեր, իսկ երբեմն էլ օրեր առաջ: Այս ժամանակահատվածը պետք է օգտագործել, գնահատել տեղի ունենալիք վթարի մոտավոր մեծությունը, ընդգրկման մասշտաբները և վարակման հետևանքները: Բնականաբար, առաջնահերթ միջոցառումներն ուղղված կլինեն բնակչության պաշտպանությանը, սակայն չպետք է մոռանալ սննդամթերքի և խմելու ջրի պաշտպանության մասին: Պետք է կազմվեն առաջնահերթ և կարճաժամկետ միջոցառումների ցանկ: Անհապաղ կազմակերպվեն ապրանքաշրջանառության վերաբերյալ տեղեկատվության ստացումը, հատկապես սննդամթերքի վերաբերյալ: Վաղ փուլն ավարտվում է այն ժամանակ, երբ վթարի հետևանքով վարակված ամպն անցնում է տվյալ տարածքի վրայով: Ինքնին պարզ է, որ այս փուլի միջոցառումները պետք է իրականացվեն ամենակարճ ժամկետներում, այլապես դրանք անարդյունավետ կլինեն:

Ընթացիկ փուլ. առաջանում է, երբ վարակված ամպն անցնում է տվյալ տարածքով և ինտենսիվ կերպով աղտոտում այն: Կարող է տևել մի շաբաթից մինչև ամիսներ, քանի դեռ չեն տրոհվել կարճատև ապրող ռադիոնուկլիդները, կամ էլ չի հավաքվել առաջին բերքը: Սննդամթերքը պետք է ստուգվի և գտնվի մշտական հսկողության տակ, որպեսզի արդեն վարակված սնունդը չօգտագործվի, իսկ ուտելու համար պիտանի մթերքն էլ չվարակվի: Անհրաժեշտ է գնահատել բնակչության կողմից ստացված ռադիոակտիվության չափաբաժինը: Պետք է տվյալներ հավաքել ռադիոակտիվ աղտոտվածության բնույթի և ընդգրկվածության վերաբերյալ: Ուժեղ վարակվածության և մասշտաբայնության դեպքում պետք է անցկացնել նախնական հետախուզություն, որպեսզի գնահատվի երկարաժամկետ հիմնական միջոցառումների իրականացման հնարավորությունը:

Ավելի ուշ փուլ. այս փուլում ռադիոակտիվ վարակվածությունը հիմնականում պայմանավորված է երկարակյաց ռադիոնուկլիդներով, իսկ ցանովի բույսերի վարակումը տեղի է ունենում բույսի արմատներով վարակված ընդերքից (հողից) նյութեր

կլանելով: Գնահատվում է գյուղատնտեսական երկարաժամկետ միջոցառումների անցկացման անհրաժեշտությունը և համապատասխան հիմնական միջոցառումների իրականացման տևողությունը:

8.5. Գյուղատնտեսական հիմնական միջոցառումներ: Գիտական հիմքեր և գործնական կիրառում

Գոյություն ունեն տարբեր հիմնական միջոցառումներ, որոնք կարող են նվազեցնել կամ կանխարգելել ռադիոնուկլիդների ներթափանցումն օրգանիզմ: Պետք է հաշվի առնել, որ հիմնական միջոցառումներն էապես տարբերվում են միմյանցից, ինչպես իրենց արդյունավետությամբ, այնպես էլ տնտեսական, բնապահպանական և սոցիալական հետևանքներով: Հիմնական միջոցառումների կիրառման ժամանակ առավել մեծ ուշադրություն պետք է դարձնել այն ռադիոնուկլիդներին, որոնք սննդամթերքի մեջ թափանցելու բարձր հավանականություն ունեն:

Այն ռադիոնուկլիդները, որոնց նկատմամբ առաջնահերթ միջոցառումներ են իրականացվում, ունեն հետևյալ հատկությունները՝

- նյութերի մեջ թափանցելու մեծ հավանականություն
- տրոհման համեմատաբար երկար ընթացք
- արագ են տեղաշարժվում բնական միջավայրում
- զգալի ազդեցություն ունեն կենսոլորտում

Հիմնական միջոցառումների ընտրությունն ուղեկցվում է որևէ մեթոդի նկարագրությամբ (որտեղ այն անհրաժեշտ է), արդյունավետության գնահատմամբ (որտեղ այն հնարավոր է) և կիրառման ձևի մեկնաբանություններով:

Ընդհանուր բնույթի հիմնական միջոցառումներ

Արգելվում է գյուղատնտեսական կենդանիների արոտը վարակված արոտավայրերում:

Արդյունավետությունը՝ 100%:

Մեկնաբանություն. կենդանիներին տեղափոխում են փակ ծածկով տարածք՝ թույլ չտալով որպեսզի նրանց վրա նստեն արտանետված թունավոր նյութեր և ապահովում են մաքուր կերով: Այս միջոցառումը պաշտպանում է ոչ միայն կենդանիներին, այլև՝ կաթը և միսը, որոնք հետագայում բնակչության կենսաապահովման համար անհրաժեշտ են: Միջոցառումն իրականացնելու համար

անհրաժեշտ է որևէ շինություն, եթե դա չկա, պետք է կենդանիներին պահել որոշակի առանձնացված և ծածկված հրապարակում և դարձյալ ապահովել մաքուր անասնակերով: Հնարավորության դեպքում կենդանիներին չպետք է ջրել անձրևաջրերով կամ տեղանքի բաց աղբյուրների ջրերով: Չաղտոտված կերի պաշարի քանակը կախված է տարվա եղանակից (այն կարող է քիչ լինել, եթե վթարը տեղի ունենա խոտհավաքից առաջ):

Որպես կարճաժամկետ և առաջնահերթ միջոցառում, այն պետք է իրականացվի, քանի դեռ ¹³¹I-ը չի վարակել կենդանիների վահանաձև գեղձերը, ինչպես տեղի ունեցավ Չեռնոբիլի ատոմակայանի վթարի ժամանակ:

Խուսափել գյուղատնտեսական մթերքների օգտագործումից:

Մեթոդ 1. *Ջրանթափանց միջոցներով փակել մթերքների և կերի պաշարները, ինչպես նաև ջրամատակարարման բաց աղբյուրները:*

Արդյունավետությունը՝ 100%:

Մեկնաբանություն. բավականին արդյունավետ միջոց է հանդիսանում սննդամթերքի, խոտի դեզերի և կարտոֆիլի ծածկումը պլաստիկ կամ բրեզենտե միջոցներով:

Մեթոդ 2. *Հավաքել հասած բերքը մինչև արտանետումը:*

Արդյունավետությունը. 100 %:

Մեկնաբանություն. կարելի է խուսափել գյուղատնտեսական մթերքի վարակումից, եթե բերքահավաքն իրականացվի շատ արագ և ճիշտ ժամանակին:

Մեթոդ 3. *Ծածկել ապասկտիվացված տարածքները ջրաթափանց ծածկոցներով:*

Արդյունավետությունը 100 %:

8.6. Ջրապահպանական միջոցառումները ռադիոակտիվ վտանգավոր գոտում

Ռադիոակտիվ վտանգավոր օբյեկտների վթարի ժամանակ ռադիոակտիվ մասնիկներով վարակված վայրերում իրականացվում է ջրապահպանական միջոցառումներ:

Երբ վտանգավոր օբյեկտների հարակից տարածք է արտանետվում ռադիոակտիվ վտանգավոր մասնիկներ, անհրաժեշտ է իրականացնել համապատասխան միջոցառումներ, որպեսզի գետերի ջրերում, ջրամբարներում և ստորգետնյա ջրատար հորի-

գոններում նվազեցվի վարակվածության աստիճանը: Դա համարվում է բնակչության, ճանապարհների, տարածքների ռադիոակտիվ վարակվածությանն ուղղված միջոցառումների մի մասը:

Գոյություն ունեն նորմատիվային փաստաթղթեր, որոնք որոշում են ջրի պահանջված որակը: Ռադիոակտիվ մասնիկները, անմիջապես թափվելով կարող են թափանցել գետեր, ջրամբարներ և այլ ջրային տարածքներ, որը ձևավորվում է ինչպես միջուկային ռեակտորների վթարի դեպքում, այնպես էլ աղտոտված տարածքում տեղացող անձրևային տեղումների և ձնհալի ընթացքում: Նման դեպքերում մասնիկների 95%-ը նստում են ջրային տարածքների հատակին, որոնք և կարող են առաջացնել զգալի մասշտաբով տիղմ ու հատակին նստող առանձնամաս:

Չեռնոբիլի աստմային էլեկտրակայանի (ՉԱԷԿ)-ի վթարի ժամանակ հետազոտությունները ցույց են տվել, որ ռադիոակտիվ մասնիկների բաղադրությունը չի գերազանցել խմելու ջրի համար սահմանված թույլատրելի բաղադրությանը, ոչ մեծ վտանգ ներկայացնող ռադիոակտիվ մասնիկները և նուկլիդները՝ ^{137}Cs , ^{90}Sr և այլն, որոնք կարող են անձրևների կամ ձնհալի ջրերի միջոցով թափանցել գետ և ջրամբար:

Գետերի և ջրամբարների ջրերում եղած վտանգավոր ռադիոնուկլիդների նվազեցման հիմնական և արդյունավետ մեթոդ է համարվում ռադիոակտիվ վտանգավոր օբյեկտի տարածքում գտնվող առվակների, ջրատարների, ոչ մեծ գետակների և լճակների շրջակայքում հողային պաշտպանիչ պատվարների, խուլ և զտող ամբարտակների կառուցումը:

1. վտանգավոր մասնիկների թակարդի ստեղծում (տիղմաորսիչ) գետերի հուններում, որոնք հոսում են ռադիոակտիվ վտանգավոր օբյեկտների մոտակայքով, ինչպես նաև մոտակայքում տեղակայված ջրապաշտպանիչ կառույցների ստեղծում: Այդ թակարդը նախատեսված է աղտոտված նստվածքները և տիղմը պահելու համար:

Այդպիսի հիդրոմոնիթորային թակարդներ կամ տիղմաորսիչներ կիրառվել են ՉԱԷԿ-ի հետևանքների վերացման ժամանակ Պրիպյատ և Դնեպր գետերի հունում՝ ողջ լայնությամբ և 5 մ խորությամբ, ինչպես նաև Կին ջրամբարի հատակում՝ 3-5 մ և ավելի խորությամբ, 100 մ լայնությամբ:

Օրինակ՝ ՉԱԵԿ-ի հետևանքների վերացման ժամանակ կառուցվել է մոտ 140 հողային և քարանձան, խուլ և գոռոզ ամբարտակներ, որոնց ընդհանուր երկարությունը կազմել է 40 կմ-ից ավելի, ինչպես նաև հողային պաշտպանիչ պատնեշներ ԱԵԿ-ի շրջակայքում, «Շեկ անտառում» և Պրիպյատ գետի գետափնյա մի մասում:

Բացի դա, կայանի տարածքում կառուցվել է կավա-բետոնային «հողից պատ»՝ խորությունը կազմել է 30մ, որը պաշտպանում է ջրատար հորիզոնները, որպեսզի գրունտային ջրերը չթափանցեն բարձր ակտիվություն ունեցող ռադիոակտիվ մասնիկներ, նուկլիդներ և իզոտոպներ:

Հողային պաշտպանիչ պատնեշի և ամբարտակի ժամանակին օգտագործումն ապահովելու համար, նստվածքային տիղմագոտիչները պետք է նախապատրաստվեն նախագծային փաստաթղթերով: Այդ նպատակով յուրաքանչյուր ռադիոակտիվ վտանգավոր օբյեկտի շրջակայքում անհրաժեշտ է կազմակերպել հետևյալ փորձնական նախապատրաստական միջոցառումները.

- իրականացնել վթարի հնարավոր հետևանքների գնահատում, որն առաջանում է ռեակտորի ավերումից, երբ մթնոլորտ է արտանետվում ռադիոակտիվ մասնիկներ և աերոզոլ,
 - սահմանել ռադիոակտիվ վտանգավոր գոտու չափերը և աղտոտման բնութագիրը:
2. Ռադիոակտիվ վտանգավոր տարածքում գտնվող ջրատարների, գետերի և մեծ լճերի քանակի և բնութագրի որոշում, (լայնքը **bp** և գետի խորությունը **hp**, սահմանների չափերը և ողողահունի թեքությունը), ամբարտակների տեղադրման տեղի ընտրություն և դրանց մոտենալու ճանապարհները:
 3. Ջրատարներում, գետերում և լճերում ջրապատնեշի հրապարակի չափերի սահմանում յուրաքանչյուր ամբարտակի համար, հաշվի առնելով հոսող ջրի հնարավոր ծավալը, որը կարող է առաջանալ ձնհալից (1 մ² հրապարակի ջրթող 50 % ապահովման դեպքում և ամբարտակի բարձրությունը **H**):
 4. Ամբարտակի հնարավոր երկարության (**L**) և լայնության

(վերևից, **A**), ինչպես նաև հողի ծավալի, որմնաքարերի և կեղտոտվող նյութերի որոշում, որոնք անհրաժեշտ են տարբեր տեսակի ամբարտակների և պատնեշների կառուցման համար: Ամբարտակի երկարությունը կախված է գետի (ջրատարի, լճակի) լայնությունից և ողողաղաշտի թեքությունից: Բարձրությունը հաշվարկվածից պետք է լինի 1 մ ավելի, համապատասխան ջրի հոսանքի առավելագույն մակարդակից, որը կարող է առաջանալ հորդառատ անձրևներից և ձնհալներից:

5. Հատակին նստող տիղմահավաքի կառուցման տեղի, դրա չափերի և աշխատանքի ծավալների որոշում:
6. Ամբարտակում տեղադրելու համար անհրաժեշտ հողի որմնաքարերի և կեղտոտվող նյութերի ընդհանուր ծավալի որոշում:

Հողի, քարի կամ գտող նյութերի ընդհանուր ծավալը ($V_{\text{հող}}$), որն անհրաժեշտ է ամբարտակի համար, կարելի է որոշել արդեն հայտնի **L**, **H** և **A**-ով:

$$V_{\text{հող}} = \frac{LH}{2} \left(A + \frac{2}{3}H \right) + \frac{h_p b_p}{2} (A + 2H + h_p),$$

որտեղ՝

L-ը ամբարտակի երկարությունն է, **H**-ը՝ բարձրությունը, **hp**-ն՝ գետում եղած ջրի խորությունը, **bp**-ն՝ գետում եղած ջրի լայնությունը, **A**-ն՝ ամբարտակի լայնությունը վերևից (օգտագործվում է 3 մ-ից ոչ պակաս գրունտ):

Պաշտպանիչ պատնեշներ. կառուցվում են ռադիոակտիվ վտանգավոր օբյեկտների և վարակված հատվածների շրջակայքում, որպես կանոն, այն պետք է կառուցվի չվարակված տարածքից բերված մաքուր հողով, ավազահանքերից բերված կամ նախապես պահեստավորված ավազով: Պատնեշի բարձրությունը կարող է տատանվել 1-2 մ: Վերևում լայնքը պետք է լինի 3 մ ոչ պակաս:

- Կառուցման գործընթացն իր մեջ ընդգրկում է հետևյալ քայլերը՝
- վարակված հողաշերտի ճառագայթային հետախուզության իրականացում, բուսական շերտի մաքրում (ոչ պակաս քան 10 սմ) և թաղում գերեզմաններում,
 - անմիջապես բեռնատարի բեռնաթափումից հետո գրունտի հարդարում, թեքությունը դեպի պատնեշ,

- բուլդոզերի օգնությամբ գրունտի հարթեցում և շերտերով սեղմում (ամռանը հարդարելիս գրունտային պատնեշի զանգվածը թրջել):

Խուլ և գտող ամբարտակի կառուցումը ջրատարների, փոքր գետերի և լճակների վրա իրենց մեջ ներառում են հետևյալ հիմնական մեթոդները.

- պատնեշի կամ ամբարտակի կառուցման տեղում իրականացնել ճառագայթային և ինժեներական հետախուզություն,
- առանձնացնել հրապարակը և որոշել ամբարտակի թեքությունը,
- կառուցապատվող հրապարակի 200-300 մ շրջակայքում, ճառագայթային բարձր մակարդակի դեպքում մաքրել տարածքը բուսածածկույթից և կատարել ապասկտիվացում,
- հարթեցնել ամբարտակի գրունտային մասը, ավելացնել քարեր և գտող նյութեր,
- ամրացնել ամբարտակի գրունտային մասի թեքությունը:

Ինժեներական հետախուզությունն իրականացվում է այն նպատակով, որպեսզի որոշեն ամբարտակի կառուցման տարածք տանող ճանապարհների վիճակը, ինչպես նաև անհրաժեշտ ճանապարհների երկարությամբ ժամանակավոր փովող հողաշերտի երկարությունը և շարասյան ուղիները: Ինժեներական հետախուզությունը պետք է որոշի նաև ավազահանքերի քանակը և մինչև կառուցվող ամբարտակ ընկած հեռավորությունը, որը հնարավորություն կտա ցանկացած տրանսպորտային միջոցով փոխադրել անհրաժեշտ ավազ, խճաքար, գտող նյութ:

Հրապարակի հատկացման ժամանակ, բացի ամբարտակի կառուցման տարածքից, առանձին տեղ է նախատեսվում սպասարկման տեխնիկայի համար: Կառուցվում են էլեկտրակայան, հանգստի հանդերձանքի սենյակ, լոգարան ու սանտեխնիկայի համակարգ և այլն:

Ամբարտակի թեքությունը նշվում է դրոշմներով կամ նշագծերով, որոնք տեղակայվում են գետի լճակի երկարության երկու կողմերում:

Բուսաշերտի մաքրումն այն տարածքից, որտեղ պետք է կառուցվի հիմնական ամբարտակը և այդ տարածքի ապասկտիվացումն իրականացվում է բուլդոզերներով ու էքսկավատորներով: 10 սմ բուսականության մաքրումը

վարակվածության մակարդակը տարածքում կարող է նվազեցնել 3 – 5 անգամ:

Գրունտային ամբարտակի կառուցման ժամանակ կատարվում են հետևյալ գործողությունները.

- ամբարտակի կառուցման տեղում գրունտի մշակում, կամ հատուկ ավազահանքից ավտոմեքենաներով գրունտի տեղափոխում,
- բեռնաթափում ամբարտակի հատակի մասում,
- շերտ առ շերտ ամրացում և ջրապատում:

Աշխատանքներ կատարելիս կարելի է օգտագործել բուլդոզերներ, ինքնաթափեր, կեռաշերեփներ: ՉԱԷԿ-ի վթարի հետևանքների վերացման ժամանակ նմանատիպ շինարարական աշխատանքների կազմակերպման փորձը ցույց է տվել, որ որքան ավազահանքը մոտ է գտնվում կառուցվող ամբարտակին (առավելագույնը 50 մ), այնքան արդյունավետ է լինում իրականացնել աշխատանքները:

Զտող ամբարտակները (գրունտային զտող մասով ամբարտակներ) կառուցվում են փոքր գետերի, գետակների, ջրատարների վրա, որոնցով հոսում է մեծ քանակությամբ ջուր, հատկապես ձնհալների, հորդառատ անձրևների ժամանակ հոսող ջուրը մաքրելու նպատակով: Հիմնական նյութը համարվում են հորատման քարերը՝ 100-150 մմ չափի տուֆ կամ շեբեն:

Ամբարտակների կառուցման գործընթացն է.

- բուսածածկույթից մաքրել կառուցման համար նախատեսված տարածքը, ափամասի գրունտի հարթեցման համար նախապատրաստել գրունտը,
- ամբարտակի համար հարդարել գետափի, առվակի երկկողմանի գետնամասերը և լայնացնել կառուցման հրապարակը, որն անմիջապես հարակից է առվակին, գետին, լճակին, որպեսզի այնտեղ կուտակվի հորատման քարերը, զտող նյութերը:

Թեստեր 8-րդ գլխի վերաբերյալ

1. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Կազմակերպչական միջոցառումները նախատեսված են առաջին հերթին հաշվառելու կերահանդակներն ըստ աղտոտման հաստության և իրականացնելու քարտեզագրում (սխեմա, տեղանքի պլան), նշելով անասնակերում և կենդանական ծագումով սննդամթերքում եղած ռադիոնուկլիդների բաղադրությունը:

- այո
- ոչ
- մասամբ

2. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Կենդանական մթերքում եղած ռադիոնուկլիդների բաղադրությունը նվազեցնելուն ուղղված միջոցառումներից է կենդանական մթերքի տեխնոլոգիական որակյալ վերամշակումը:

- այո
- ոչ

3. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Անասնաբուժական միջոցառումներն իրենց մեջ ընգրկում են արոտավայրերի և մարգագետինների ռացիոնալ օգտագործումը, կերի հավաքումը, անասնակերի լիարժեք հարստացումը հարստացուցիչներով:

- այո
- ոչ

4. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Ագրոքիմիական միջոցառումներն ուղղված են ապարների ֆիզիկա - քիմիական ռեժիմի օպտիմալացմանը:

- այո
- ոչ

5. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Տեխնոլոգիական միջոցառումները նախատեսվում են պտուղ բանջարեղենի ու տեխնիկական մթերքի հավաքում և առաջնահերթ մաքրում:

- այո
- ոչ

6. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը.*

Վթարի վաղ փուլ՝ դեռ արտանետում տեղի չի ունեցել, երբեմն վթարի մասին ազդարարումը տեղի է ունենում ժամեր, իսկ երբեմն էլ օրեր առաջ:

- այո
- ոչ

7. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը*

Վթարի ընթացիկ փուլ՝ առաջանում է, երբ վարակված ամպն անցնում է սովյալ տարածքով և ինտենսիվ կերպով աղտոտում այն: Կարող է տևել մի շաբաթից մինչև ամիսներ, քանի դեռ չեն տրոհվել կարճատև ապրող ռադիոնուկլիդները, կամ էլ չի հավաքվել առաջին բերքը:

- այո
- ո

8. *Ընտրել ճիշտ տարբերակը*

Վթարի ավելի ուշ փուլ. ռադիոակտիվ վարակվածությունը հիմնականում պայմանավորված է երկարակյաց ռադիոնուկլիդներով, իսկ ցանովի բույսերի վարակումը տեղի է ունենում բույսի արմատներով վարակված ընդերքից (հողից) նյութեր կլանելով:

- այո
- ոչ

Հարցաշար 8-րդ գլխի վերաբերյալ

1. Ի՞նչ ազդեցություն է թողնում ատոմային էլեկտրակայանի (ԱԷԿ) ջերմավիռիսանակիչը շրջակա միջավայրի վրա:
2. Ինչպե՞ս է իրականացվում ատոմային էլեկտրակայանից (ԱԷԿ) գազային արտանետումների ազդեցության վերահսկողությունը շրջակա միջավայրի վրա:
3. Ինչպե՞ս է իրականացվում ադմուկի նվազեցումը շրջակա միջավայրի վրա:
4. Ինչպիսի՞ ազդեցություն են թողնում ատոմային էլեկտրակայանները (ԱԷԿ) ջրերի և գետերի ֆիզիկա-քիմիական բաղադրության վրա:
5. Ի՞նչ նպատակով և ինչպե՞ս են իրականացվում կազմակերպչական միջոցառումները:
6. Ի՞նչ նպատակով են նախատեսված ագրոմելիորատիվ ու ագրոքիմիական միջոցառումները և ինչպե՞ս են դրանք իրականացվում:
7. Ի՞նչ նպատակով է նախատեսված անասնաբուժական միջոցառումը և ինչպե՞ս է այն իրականացվում:
8. Ի՞նչ նպատակով է նախատեսված տեխնոլոգիական միջոցառումը և ինչպե՞ս է այն իրականացվում:
9. Ի՞նչ պայմաններից է կախված գյուղատնտեսական հիմնական միջոցառումների անցկացման ժամանակը և բնույթը:
10. Ի՞նչ փուլերի է բաժանվում վթարի ընթացքը և որո՞նք են դրանց տարբերությունները:
11. Ի՞նչ հատկություններ պետք է ունենան ռադիոնուկլիդները, որպեսզի դրանց նկատմամբ առաջնահերթ միջոցառումներ իրականացվեն:

ԳԼՈՒԽ 9.
**ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՅԻՆ ԻՐԱՎԻՃԱԿԻ ՀՄԿՄԱՆ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ
ՄԻՋՈՑՆԵՐ**

9.1. Ճառագայթային հսկողության սարքեր

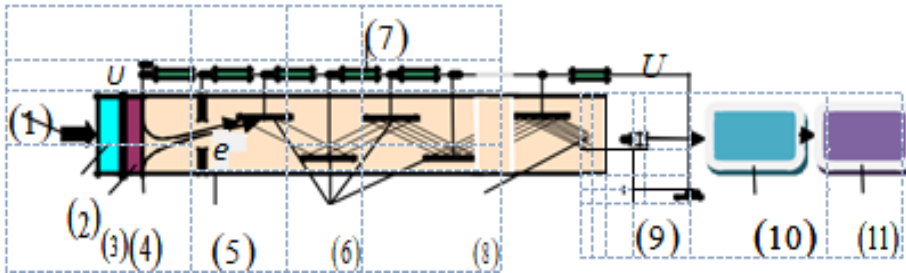
α-, β-, γ- ճառագայթների և այլ տեսակի տարրական մասնիկների գրանցման, նրանց հատկություններն ու բնութագրական ֆիզիկական պարամետրերի մեծությունները որոշելու համար, միջուկային ֆիզիկայում օգտագործվում են հաշվիչ սարքեր, որոնցում օգտագործվող գրանցման եղանակների հիմքում գլխավորապես ընկած են հետազոտվող մասնիկների միջավայրի վրա ներգործելու, իոնացնելու, ֆոտոքիմիական ռեակցիաներ և լուսարձակման երևույթներ առաջացնելու երևույթները:

Դիտարկենք միջուկային ֆիզիկայում տարրական մասնիկների գրանցման համար օգտագործվող հաշվիչ սարքերի **տեսակները** և դրանց աշխատանքի սկզբունքը:

Առկայծող էկրանով (սցինտիլյացիոն) հաշվիչ (նկ. 14), որի աշխատանքում օգտագործվում է առկայծող նյութի՝ (2) լուսարձակման կամ առկայծման երևույթը, երբ տարրական մասնիկն (1) անցնում է նրա միջով:

Առաջացած լույսն անցնում է լուսատարով (3) և ընկնում ֆոտոէլեկտրոնային բազմապատկիչի (ՖԷԲ) կատոդի (4) վրա, տեղի է ունենում ֆոտոէֆեկտի երևույթ և կատոդից պոկված էլեկտրոնները (5) շարժվում են դեպի դիոդներ, որոնց պոտենցիալներն աստիճանաբար բարձրանում են (7):

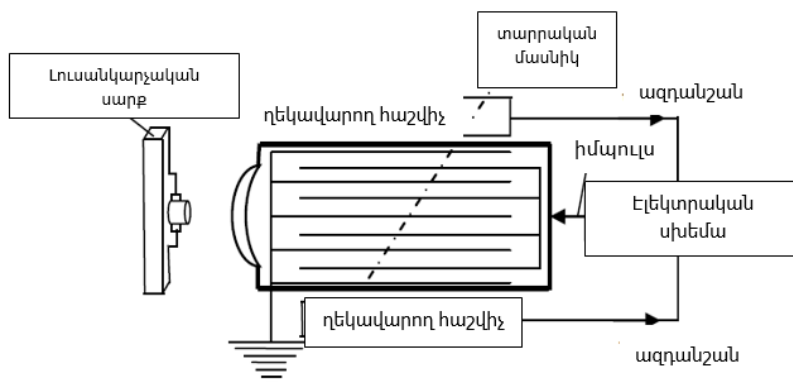
Էլեկտրոններն անցնում են մեկ դիոդից մյուսը, նրանցից պոկում նոր էլեկտրոններ, տեղի է ունենում էլեկտրոնների թվի բազմացում և ՖԷԲ-ի անոդին (8) հասնում է էլեկտրոնների այնպիսի քանակություն, որ նրանցով պայմանավորված էլեկտրական հոսանքը բեռի դիմադրության (9) վրա առաջացնում է որոշակի լարման անկում, որն ուժեղացվում է էլեկտրոնային ուժեղացուցիչով (10) և ստացված ազդանշանը գրի է առնում գրանցող սարքը (11):



Նկ. 14. Սցինտիլյացիային հաշվիչի կառուցվածքը
 1.ռադիոակտիվ ճառագայթում, 2.սցինտիլյատոր, 3.լուսատար, 4.ՖԷԲ-ի ֆոտոկատոդ, 5.ֆոտոէլեկտրոններ, 6.դիոդներ, 7.ՖԷԲ-ի բաժանարար, 8.անոդ, 9.բեռի ծեմային դիմադրություն, 10.էլեկտրոնային ուժեղացուցիչ, 11.գրանցող սարք

Կայծային խուց (նկ. 15). աշխատանքը պայմանավորված է ցածր ճնշման գազում առանձին իրար միացած երկու խումբ էլեկտրոդների միջև գազային պարպում առաջանալու երևույթով, երբ տարրական մասնիկը հատում է այդ ծավալը, իոնացնում գազը և առաջացնում իոնային գույգեր, որի շնորհիվ տեղի է ունենում գազային պարպում:

Պարպումն առաջանում է, երբ տարրական մասնիկը միաժամանակ հատում է նաև դեկավարող հաշվիչները, որոնցում առաջացած ազդանշանը հաղորդվում է էլեկտրական սխեմային,



Նկ. 15. Կայծային խցի կառուցվածքը

որտեղից էլ իմպուլսային բարձր լարումը, որը կազմում է 10÷15 կՎ,

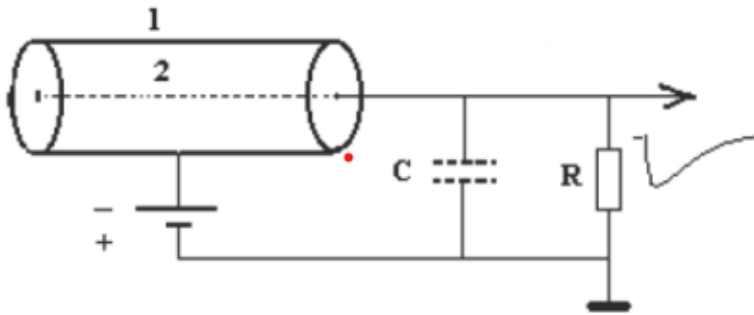
տրվում է էլեկտրոդների երկու խմբերից մեկին, իսկ մյուս խումբը հողակցվում է:

Գազային պարպումն առաջանում է տարրական մասնիկի հետագծի երկայնքով և այդ պատկերը նկարվում է լուսանկարչական սարքով: Հասկանալի է, որ պարպման տևողությունը համընկնում է իմպուլսի տևողության հետ, որի ընթացքում իրականացվում է նկարահանումը, իսկ իմպուլսի տևողությանը 10^{-7} վրկ. է:

Կայծային խցի հետ զուգակցում է նաև մագնիսական դաշտ, որով հնարավոր է դառնում որոշել լիցքակիր տարրական մասնիկների տեսակները:

Փեյզեր-Մյուլլերի հաշվիչ (նկ. 16). իրենից ներկայացնում է ապակե կամ մետաղյա հերմետիկ փակ գլանային խողովակ, որի ներսում տեղադրված է երկու էլեկտրոդ՝

- 1) բարակ գլանաձև մետաղաթիթեղ,
- 2) բարակ 0,1-0,5 մմ հաստությամբ մետաղալար, որը գտնվում է գլանի կենտրոնում՝ ձգված գլանի առանցքի երկայնքով: Մետաղալարը ծառայում է որպես անոդ, իսկ մետաղյա գլանը՝ կատոդ:



Նկ. 16. Փեյզեր-Մյուլլերի հաշվիչի էլեկտրոնային սխեման

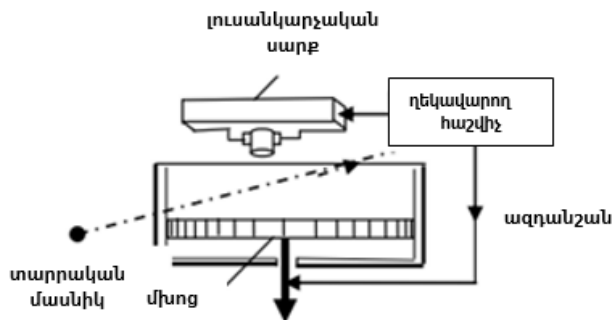
Փեյզեր-Մյուլլերի հաշվիչը հանդիսանում է գազապարպումային խողովակ, որը լցվում է ցածր ճնշման իներտ գազեր՝ նեոնով կամ արգոնով, երբեմն էլ ազոտ և ջրածին: Կախված գազի տեսակից տարբերում են երկու տիպի հաշվիչներ՝

- 1) դանդաղ, ոչ ինքնամար,
 - 2) արագ, ինքնամար:
- Վերոհիշյալ հաշվիչների (որոնք տարբերվում են մարման

մեխանիզմներով) հիմքում ընկած է ոչ ինքնուրույն գազային պարպումը, որի շնորհիվ էլ հնարավոր է դառնում գրանցել հաշվիչին հատող, գազն իոնացնող և պարպում առաջացնող α -, β -, γ - մասնիկները:

Հաշվիչում, կախված էլեկտրոդների վրա գազի ճնշումից, կիրառվում է համապատասխան լարում, որի մեծությունը կարող է փոխվել լայն սահմաններում: Տվյալ հաշվիչի համար լարումն ունի սևեռված արժեք: Հաշվիչում կատոդ-գլան-մետաղաթիթեղը հողակցված է: Անոդին տրվում է բարձր լարում, այն հաշվիչի ներսում ստեղծում է էլեկտրական դաշտ, որի մեծությունը հաշվիչի տարբեր կետերում կախված է նաև էլեկտրոդների դասավորման և դրանց երկրաչափական ձևերից: G -ը հաշվիչի ընդհանուր ունակությունն է ուժեղացուցիչի մուտքում, իսկ R -ը օհմային դիմադրության բեռն է, որի վրա տեղի է ունենում լարման հիմնական անկումը գազային պարպման առաջացման ժամանակ, երբ տարրական մասնիկն անցնում է հաշվիչի պատից ներս և գազի աշխատանքային ծավալում ստեղծում իոնային գույգեր: Հաշվիչում գոյացած իոնային գույգերի հաշվին առաջանում է ոչ ինքնուրույն գազային պարպում և շղթայով սկսում է աճել մեծ ուժի էլեկտրական հոսանք, որն անցնում է նաև օհմային դիմադրության՝ բեռի միջով:

Վիլսոնի խցիկ և պղպջակային խցիկ (նկ. 17): Խցիկում օգտագործվում է գերհագեցած գոլորշիներով կաթիլի առաջացման երևույթը, երբ այդ միջավայրը հատում է տարրական մասնիկը և իոնացնում մոլեկուլները:



Նկ. 17. Վիլսոնի խցիկի աշխատանքի սկզբունքը

Վերջիններս դառնում են կաթիլի ստեղծման կենտրոններ և կաթիլն առաջանում է միջավայրի ակնթարթային նոսրացման

(սառեցման) միջոցով, որն իրագործվում է միացր կտրուկ շարժման մեջ դնելով դեպի ցած՝ ընդարձակելով գազը: Դա տեղի է ունենում, երբ ղեկավարող հաշվիչից (տարրական մասնիկը միաժամանակ հատում է նաև ղեկավարող հաշվիչը, որտեղ առաջանում է ազդանշանը) տրվում է ազդանշան միացի շարժիչին: Նմանատիպ ազդանշան է տրվում նաև լուսանկարչական սարքին, որն էլ նկարահանում է միջավայրում մասնիկի առաջացրած կաթիլները, որոնց դասավորությունը համընկնում է տարրական մասնիկի հետագծի հետ:

Դիտարկվող միջավայրում ստեղծվում է համասեռ մագնիսական դաշտ, մասնիկի ուղղագիծ հետագիծը վերածվում է կորագիծ շարժման հետագծի: Չափում են հետագծի կորության շառավիղը և, իմանալով մագնիսական դաշտի ինդուկցիայի վեկտորի մեծությունը, որոշում են տարրական մասնիկի տեսակարար լիցքի մեծությունը, որով էլ՝ մասնիկի տեսակը:

Քիմիական մեթոդ. ռադիոակտիվ միջուկների ճառագայթումների գրանցման եղանակ է նաև քիմիական մեթոդը: Դրանք հանդիսանում են որոշ քիմիական ռեակցիաների կատալիզատորներ, որոնց շնորհիվ տեղի են ունենում քիմիական ռեակցիաները, կամ եթե այն ընթանում է, ապա ռադիոակտիվ ճառագայթների ազդեցության շնորհիվ ռեակցիայի ընթացքն արագանում է:

Կալորիմետրական մեթոդ. գրանցվում և չափվում են ջերմության այն քանակությունները, որոնք կլանվում են ռադիոակտիվ նյութի կողմից: Օրինակ՝ ռադիումի մեկ գրամը ժամում անջատում է մոտավորապես 585 Ջ ջերմային էներգիա:

9.2. Ճառագայթային իրավիճակի հայտնաբերման տեխնիկական միջոցներ

9.2.1. 6150 ԱԴ-6 ռադիոմետրը և դրա շահագործումը

6150 ԱԴ-6 ռադիոմետրը նախատեսված է շրջակա միջավայրի բնական ճառագայթային ֆոնի, ինչպես նաև ալֆա, բետա, գամմա ճառագայթման մակարդակի և էքսպոզիցիոն դոզայի հզորության որոշման համար: Վերջինս որոշվում է տեղանքի այն կետի համար, որտեղ չափման պահին տեղադրվում է զոնդդեդեկտորը (նկ. 18):

6150 ԱԴ 6 ռադիոմետրի կառավարման մասը կազմված է չափիչ պոլտից, միացման մալուխի բնիկներից, սնուցման բաժնեմասից: Պուլտը կազմված է հեղուկ բյուրեղային էլեկտրոնային էկրանից, որն ունի թվային և սանդղակային ցուցիչներ ու աշխատանքային կոճգամներ: Սարքի քաշն իր դեդեկտորներով կազմում է 2100 գրամ:



Նկ. 18. Ռադիոմետր 6150 ԱԴ 6

6150 ԱԴ-6 ռադիոմետրի աշխատեցման ժամանակ անհրաժեշտ է կատարել հետևյալ գործողությունները՝

- արկղից հանել սարքը, զննել արտաքին վիճակը,
- բնիկների մեջ տեղադրել համապատասխան դեդեկտորը մալուխի օգնությամբ,
- մարտկոցը դնել սնուցման բլոկում,
- միացնել սարքը սեղմելով © կոճգամը,
- մարտկոցի ուժը ստուգել սեղմելով Δ կոճգամը 2 վրկ. տևողությամբ (press-6), որի դեպքում էկրանին երևում է մարտկոցի լարման ուժը թվային տեսքով,
- ստուգել սարքի չափաբերվածությունը սեղմելով Δ կոճգամը (press-7),
- միացնել սովորական (կրկնողական) տվյալների ցուցադրման էկրանը, կատարել հաջորդ սեղմումը Δ կոճգամով (press-8), որի դեպքում երևում է սանդղակը, որով որոշել շրջակա միջավայրի բնական ճառագայթային ֆոնը և ալֆա, բետա, գամմա

ճառագայթման առկա դոզայի հզորությունը վերոնշյալ համապատասխան դեղեկտորների միացմամբ և դրանք դնել ըստ՝ 18-17-19-15: Տվյալները երևում են էկրանի վրա թե՛ թվային, և թե՛ աստիճանային տեսքով,

- ճառագայթման հզորության միջին տվյալների ցուցմունքների ստացման համար կատարել հաջորդ սեղմումը Δ կոճգամով (press-1), ապա 2 անգամ սեղմել © և դիտել ցուցմունքը,
- տվյալ չափման ընթացքում հայտնաբերված ճառագայթային դոզայի հզորության վթարային շեմքային տվյալի ցուցմունքը դիտելու համար սեղմել Δ կոճգամը: Նոր առաջացող վթարային շեմքային ցուցմունքի դիտման համար սեղմել © կոճգամը (press-2),
- տվյալ կետի ճառագայթային հզորության առավելագույն (մաքսիմալ) արժեքը որոշելու համար կատարել Δ կոճգամի հաջորդ սեղմումը (press-3),
- ճառագայթային դոզայի մակարդակը որոշելու համար կատարել հաջորդ սեղմումը Δ կոճգամով՝ press-4: Արդյունքը դիտել © կոճգամը 2 անգամ սեղմելուց 3 վրկ. անց,
- տվյալ չափման կետում ճառագայթման դոզայի մակարդակի վթարային շեմի տվյալները ստանում են կատարելով հաջորդ սեղմումը Δ կոճգամով (press-5): Նոր առաջացող վթարային շեմքային ցուցմունքը ստանալու համար սեղմել © կոճգամը 1 անգամ, իսկ սկզբնական արժեքը ետ բերելու համար՝ 3 անգամ: Մարքն անջատելու համար սեղմել © կոճգամը և պահել մի քանի վայրկյան:

9.2.2. «Տելետեկտոր» 6150 ԱՂՏ հեռավար տելեսկոպիկ ռենտգենոմետրը և դրա շահագործումը

Մարքը նախատեսված է ալֆա, բետա, գամմա ճառագայթման մակարդակը և հզորությունը որոշելու համար շրջակա միջավայրում և տարբեր օբյեկտների վրա (հեռավար եղանակով), ռադիոակտիվ աղբյուրից տարբեր հեռավորությունների վրա օգտագործելով տելեսկոպիկ զոնդ-ձող, որը կարող է երկարել մինչև 4,21 մետր:

Մարքը կազմված է ՄՄ տելեսկոպիկ զոնդ-ձողից, ձողի վերջնամասում միացված դեղեկտորից, ռադիոմետրի տեղադրման բնիկից, բռնակից, կրման ռետինե փոկ-գոտուց, միացման մալուխից

(նկ. 19):

Սարքն աշխատում է 9Վ լարման մարտկոցով:

Չափումների համար օգտագործում են ԱԴ1, ԱԴ2, ԱԴ3, ԱԴ4, ԱԴ5, ԱԴ6 ռադիոմետրերն, առանց դեղեկտորների:

Չափման սահմանը 10 մկո/ժամ – 1000 ո/ժամ:



Նկ. 19. «Տելետեկտոր» 6150 ԱԴՏ հեռավար տելեսկոպիկ ռենտգենոմետր

Սարքի աշխատանքի սկզբունքը՝

- մարտկոցը դնել ռադիոմետրի սնման բլոկում,
- ամրացնել ռադիոմետրը բնիկ-փոսում,
- բացել տելեսկոպիկ գոնդ-ձողն ըստ անհրաժեշտ երկարության,
- միացնել ռադիոմետրը միացման մալուխին,
- միացնել սարքը © կոճգամը սեղմելով 1 անգամ, եթե դրված են 6150 ԱԴ1, ԱԴ2 և սեղմել 2 անգամ, եթե դրված են 6150 ԱԴ3, ԱԴ4, ԱԴ5, ԱԴ6-ից որևէ մեկը,
- ստուգել մարտկոցի ուժը՝ սեղմելով Δ կոճգամը (press-6), որի դեպքում էկրանին երևում է մարտկոցի լարման ուժը թվային տեսքով,
- ստուգել սարքի չափաբերվածությունը սեղմելով Δ կոճգամը (press-7),
- Δ կոճգամի հաջորդ սեղմամբ երևում է ճառագայթային դոզայի հզորության միջին արժեքը (press-1), իսկ եթե դրված է ԱԴ3-ից ԱԴ6 ռադիոմետրերից որևէ մեկը, ապա սեղմել © կոճգամը 3 անգամ,
- Δ կոճգամի հաջորդ սեղմամբ երևում է ճառագայթային դոզայի հզորության շեմային վթարային արժեքը (press-2),
- Δ կոճգամի հաջորդ սեղմամբ երևում է ճառագայթային դոզայի հզորության առավելագույն արժեքը, եթե դրված է ԱԴ3-ից ԱԴ6 ռադիոմետրերից որևէ մեկը, ապա սեղմել © կոճգամը 2 անգամ,
- տեղանքի տվյալ կետում ճառագայթման դոզայի մակարդակի որոշման համար կատարել Δ կոճգամի հաջորդ սեղմումը (press-5),
- Δ կոճգամի հաջորդ սեղմամբ երևում է ճառագայթային դոզայի

մակարդակի շեմքային վթարային արժեքը (press-2):

Չայնային ազդանշանի կոճգամը սեղմելով կարելի է լսել 4 տոնի ձայնային վթարային ազդանշան:

9.2.3. ՖՀ-40Ձ իոնացնող ճառագայթման չափիչ սարքը և դրա շահագործումը

Սարքը նախատեսված է տեղանքում ալֆա, բետա, գամմա և նեյտրոնային ճառագայթների մակարդակի չափման ու ռադիոակտիվ աղտոտվածության առկայության որոշման համար անձնակազմի, մեքենաների վրա և փոքր տարածքներում:

Սարքի լրակազմը կազմված է (նկ. 20)՝

- ալֆա, բետա, գամմա ճառագայթների զննածողդեղեկտորից, նեյտրոնային ճառագայթների զննածողից,
- համակարգչային ծրագրից և լարից:



Սարքի աշխատանքի սկզբունքը՝

- միացնել սարքը,
- սեղմել ֆունկցիաների կոճակը տարբեր ֆունկցիաներ ընտրելու համար,
- փոփոխություններ կատարելու համար սեղմել լուսավորման կոճակը (դեպի վեր ցույց տվող սլաքը) կամ ձայնի կոճակը (դեպի վար ցույց տվող սլաքը):

Նկ. 20. ՖՀ-40Ձ իոնացնող ճառագայթման չափիչ սարք

Տարբեր չափումների ցուցադրումը էկրանի (ցուցասարքի) վրա իրականացվում է հետևյալ ֆունկցիաների կոճակն անընդհատ սեղմելով՝

1. ALARM (ցուցադրում է ճառագայթման դոզայի հզորության ազդանշանի առկայություն),
2. ALDOS (ցուցադրում է ճառագայթման մակարդակի հզորությունը),
3. MAX (ցուցադրում է առավելագույն ճառագայթման դոզայի հզորությունը),
4. DOSE (ցուցադրում է ճառագայթման կուտակված ընդհանուր մակարդակը, նախկին ցուցմունքները ջնջելուց հետո),

5. MEAN (ցուցադրում է դոզայի միջին հզորությունը)
6. MEM (ցուցադրում է հիշողության մեջ պահված չափումները),
7. TIME (ցուցադրում է ներկա ժամը կամ սարքը միացնելուց հետո անցած ժամանակը):

Որևէ կոճակ չսեղմելու դեպքում, ցուցասարքը վերադառնում է իր ելման վիճակին:

Հիշողության մեջ պահված թվերի ջնջման գործողության համար սեղմել սարքի դեպի վեր և դեպի վար ցույց տվող սլաքները:

«Ցուցասարք» կոճակը սեղմելու դեպքում ցուցասարքը վերադառնում է ելման վիճակին:

ՖՀ-40Ձ իոնացնող ճառագայթման չափիչ սարքի շահագործման արդյունքում ստացված տվյալները կարող են փոխանցվել համակարգչին:

9.2.4. Մինիկոնտ-2 BUND ռադիոակտիվ վարակվածության որոշման սարքը և դրա շահագործումը

Սարքը նախատեսված է արտաքին մակերեսների, տարբեր առարկաների, տեխնիկայի, մարդկանց հագուստի ռադիոակտիվ նյութերով վարակվածության աստիճանի որոշման և հսկման համար:

Սարքը կազմված է հետևյալ մասերից (նկ. 21)՝

- մինիկոնտ H1370W իրան-հանգույցն իր հարթակ-մակերեսով,
- իրանի ճակատային վահանակ ցուցանակային սանդղակով, գործառույթային կոճկամով,
- գազի լիքավորման անցք,
- բռնակ:



Նկ. 21. Մինիկոնտ 2 BUND ռադիոակտիվ վարակվածության որոշման սարքը

Մինիկոնտ 2 ռադիոակտիվ վարակվածության որոշման սարքն ունի ճառագայթման նախազգուշացնող երկու շեմքային ցուցանիշ՝

- ալֆա ճառագայթման համար՝ 1 իմպուլս/վրկ.
- ալֆա և բետա ճառագայթման համար՝ 100 իմպուլս/վրկ.:

Այս մակարդակների գերազանցումն ահազանգվում է երկարատև հնչյունի միջոցով, որը չի անջատվում, քանի դեռ սարքը

գտնվում է օջախում:

Արտաքին մակերեսների, տարբեր առարկաների, տեխնիկայի, հագուստի ռադիոակտիվ նյութերով վարակվածության աստիճանի որոշման համար ֆիքսատորի փոխարկիչը բերվում է $\alpha+\beta$ դիրքի (եթե չափում են ալֆա և բետա աղտոտվածությունը) կամ α դիրքին (եթե չափում են միայն ալֆա աղտոտվածությունը), այնուհետև բարձրախոս դիրքին, որից հետո սարքը դանդաղ և 1-2 սմ բարձրությամբ մոտեցնելով ստուգվող մակերեսին կատարում են չափումներ:

Միացված բարձրախոսը թույլ է տալիս անմիջապես զգալ ռադիոակտիվ իմպուլսների անսպասելի բարձրացման հետևանքով առաջացած ակուստիկ էֆեկտը, որը բարձր ձայնային ազդանշանի միջոցով բարձրախոսը հայտնում է հետազոտողին:

9.2.5. Անհատական դոզիմետր և դրա շահագործումը

Միմենս ՄԿ-2 անհատական էլեկտրոնային դոզիմետր.

Սարքը ռենտգենյան, գամմա ճառագայթման և բետա մասնիկների դոզայի որոշման փոքր դեղեկտոր է, որն աշխատում է բազմադիոդային սկզբունքով՝ ինքնավար կերպով կամ համակարգչին միացած (նկ. 22).

Չափման միավորը՝ Չվ և բեռ:

Դոզիմետրի չափման տիրույթը 0 մՉվ մինչև 16 Չվ: Ճառագայթման օջախում աշխատելիս այն ամրացնում են հագուստի վրա:

Սարքի կողմից գրանցված ճառագայթման դոզայի վիբրացիոն ազդանշանը սկսվում է 0.01 մՉվ/ազդանշանից մինչև 100 մկՉվ/ազդանշան:

Դոզիմետրն ունի ճառագայթման չափման ֆունկցիոնալ ռեժիմների, անսարքությունների ցուցադրման ազդականչման հնարավորություն:



Նկ. 22. Միմենս ՄԿ-2 անհատական էլեկտրոնային դոզիմետր

հետադարձ հաշվարկի, ձայնային և օպտիկական

9.2.6. MCPD MC 200XB անհատական էլեկտրոնային դոզիմետր

Մարքը նախատեսված է ճառագայթային վարակվածության գոտիներում աշխատող անձնակազմի դոզաչափական հսկողության իրականացման համար: Հանդիսանում է ռենտգենյան, գամմա ճառագայթման և բետա մասնիկների դոզայի որոշման դյուրակիր միջոց (նկ. 23):

Դոզիմետրը կազմված է՝

- CEI 1526 իրան,
- LD դիսպլեյ,
- բազմադիոդային դեդեկտոր,
- ճառագայթման ընդունման բնիկներ,
- սենսորային չիպ:

MCPD MC 200XB անհատական էլեկտրոնային դոզիմետրն ունի ձայնային և օպտիկական ազդականչման հնարավորություն:



Նկ. 23. MCPD MC 200XB անհատական էլեկտրոնային դոզիմետր

Թեստեր 9-րդ գլխի վերաբերյալ

1. Նշված արտահայտություններից կատարել համապատասխան ընտրություն և կազմել ճիշտ նախադասություն.

Գեյգեր-Սյուլլերի հաշվիչը հանդիսանում է

-
- երբեմն էլ ազոտ և ջրածին
 - ցածր ճնշման իներտ գազեր
 - գազապարպումային խողովակ
 - որը լցվում է
 - նեոնով կամ արգոնով

2. Նշված արտահայտություններից կատարել համապատասխան ընտրություն և կազմել ճիշտ նախադասություն.

Վիլսոնի և պոպչակային խցիկում

օգտագործվում է գերհագեցած

- առաջացման երևույթը
- գոլորշիներով կաթիլի
- հատում է տարրական մասնիկը
- և իոնացնում մոլեկուլները
- երբ այդ միջավայրը

3. Ընտրել ճիշտ տարբերակը

Անհատական դոզիմետր՝

- ՖՆ-40Ձ
- ՄԿ-2
- 6150 ԱԴ 6

Հարցաշար 9-րդ գլխի վերաբերյալ

1. Ի՞նչ սկզբունքով են աշխատում առկայծող էկրանով (սցինտիլյացիոն) և կայծային խցով հաշվիչները:
2. Ո՞րն է Գեյգեր-Մյուլլերի հաշվիչի աշխատանքի սկզբունքը:
3. Ի՞նչ երևույթ է օգտագործվում Վիլսոնի և պրոպանային խցիկում:
4. Ինչպիսի՞ անհատական դոզիմետր կան և ինչպե՞ս է իրականացվում դրանց շահագործումը:

Հ Ա Պ Ա Վ ՈՒ Մ Ն Ե Ր

- ՄՀ** - միավորների միջազգային համակարգ
- ԱԷԿ** - ատոմային էլեկտրակայան
- ՀԱԷԿ** - Հայկական ատոմային էլեկտրակայան
- ԱԷՄԳ** - ատոմային էներգիայի միջազգային
(IAEA, գործակալություն
- МАГАТЭ**)
- ՃԱՄՀ** - ճառագայթային անվտանգության միջազգային
հանձնաժողով
- ՋՋԷՌ** - ջրա-ջրային էներգետիկական ռեակտոր
(PWR, BBЭP)
- ԹՋԳՌ** - թեթև ջրային գրաֆիտային ռեակտոր
(LWGR, PBMK)
- ԵՋՌ** - եռացող ջրով ռեակտոր
(BWR, BK)
- ԳՀՌ** - գազով հովացվող ռեակտոր
(GCR, GP)
- ԳՋՌ** - գրաֆիտաջրային ռեակտոր
- ԳԳՌ** - գրաֆիտագազային ռեակտոր
- ՋԵՋՌ** - ջրաեռացող ջրային ռեակտոր
- ԳՆՌ** - գրաֆիտանատրիումային ռեակտոր
- ԱՋԷԿ** - ատոմային ջերմաէլեկտրակայան
- ԱՋԿ** - ատոմային ջերմակայան
- ՄՀԱՌ** - մեծ հզորության ալիքային ռեակտոր
- ՎՋՍ (TBC)** - վառելիքաջրային միջուկ
- ՆՊՄԻ** - նախահարձակ պաշտպանական միջոցառումների
իրականացում
- ՇՊՄՊ** - շտապ պաշտպանական միջոցառումների
պլանավորում
- ԵՊԳՊ** - երկարաժամկետ պաշտպանական
գործողությունների պլանավորում
- ԱՊՍ** - անհատական պաշտպանության միջոց
- ՀԿՃԹ** - հակաճառագայթային թաքստոց

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. ՀՀ Կառավարության «Հայկական ատոմային էլեկտրակայանի միջուկային և (կամ) ճառագայթային վթարների դեպքում բնակչության պաշտպանության ազգային պլանը (հայկական ատոմային էլեկտրակայանի արտաքին վթարային պլան) հաստատելու մասին» 22.12.2005թ. N 2328-Ն որոշում՝ <http://surl.li/txhag>, Դիտում՝ 2.11.2023:
2. ՀՀ Կառավարության «Ճառագայթային անվտանգության նորմերը հաստատելու մասին» 18.08.2006թ. N 1219-ն որոշում՝ <http://surl.li/txgzh> Դիտում՝ 24.05.2024 թ.:
3. ՀՀ Կառավարության «Անվտանգության կանոնները հաստատելու մասին» 18.08.2006թ. N 1489-Ն որոշում՝ <http://surl.li/txhag> Դիտում՝ 8.05.2024:
4. ՀՀ Կառավարության «Հայկական ատոմային էլեկտրակայանի ու 2 էներգաբլոկի անվտանգության հիմնավորման հաշվետվության կառուցվածքին եվ բովանդակությանը ներկայացվող պահանջները հաստատելու մասին» 21.11.2002թ. N 2013-Ն որոշում <http://surl.li/nmsgv> Դիտում՝ 15.05.2024:
5. ՀՀ Կառավարության «16. Միջուկային և ճառագայթային վթարների հակազդման գործողությունների պլանավորման և իրականացման հիմնադրույթները հաստատելու մասին» 13.12.2001թ. N 51 արձանագրությունից քաղվածք:<http://surl.li/nmsif> Դիտում՝ 15.06.2024:
6. ՀՀ ԱԻՆ «Հետախուզության տեսակները, հետախուզությանը ներկայացվող հիմնական պահանջները, հիմնական խնդիրները, ընդգրկվող ուժերի կազմին և հետախուզության պլանին ներկայացվող պահանջները, հետախուզների խնդրադրման ուղղությունները, հետախուզության ուժերի փոխգործողությունները և կապը, հետախուզության տվյալների զեկուցման և իրավիճակների դիտարկման կարգը սահմանելու մասին» հրաման 11.08.2017 թ. N 912-Ն:
7. Բագիյան Վ.Ա., Գասպարյան Ա.Զ., Ճառագայթային, քիմիական և կենսաբանական իրավիճակի մոնիտորինգի հատուկ տեխնիկական ապահովում ուսումնական ձեռնարկ, Եր., 2012. – 118 էջ:

8. Դանագույան Ա.Ս., Միջուկային ֆիզիկա և տարրական մասնիկներ, Եր., 2006.- 144 էջ:
9. Գևորգյան Ա.Ա., Մարտիկյան Ռ.Զ., Ատոմային էլեկտրական կայաններ, Եր., 2012.- 246 էջ:
10. Թարոյան Ա., Էլոյան Գ., Ատոմի միջուկի և տարրական մասնիկների ուսումնական ձեռնարկ / Եր.: 2016. – 70 էջ:
11. Լուչինկ Ն., Անտեսնելի ժամանակակիցները, «Սովետական գրող», հրատարակչություն, Եր., 1977. – 245 էջ:
12. Հովհաննիսյան Գ.Հ., Հետազոտությունների ճառագայթային մեթոդներ: ՈՒՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՁԵՌՆԱՐԿ, Եր., ԵՊՀ հրատ., 2017. - 152 էջ:
13. Հովհաննիսյան Ս.Բ., Ռադիոակտիվ վարակումից ջրային պաշարների վնասազերծման մեթոդները: «Ճգնաժամային կառավարում և տեխնոլոգիաներ» գիտական հանդես, No 8, 2014, էջ 173-180:
14. Հովհաննիսյան Ս.Բ., Ճառագայթային պաշտպանությունն դասընթացի խնդիրների լուծման ուղեցույց, Եր., 2016. - 77 էջ:
15. Հովհաննիսյան Ս.Բ., Վարդանյան Լ.Լ., Անվտանգության մշակույթ՝ ատոմային էներգիայի օգտագործման օբյեկտներում անվտանգության ապահովման կարևորագույն բաղադրիչ: «Ճգնաժամային կառավարում և տեխնոլոգիաներ» գիտական հանդես, 2019. No 2 (15), էջ 352 - 359:
16. Հովհաննիսյան Ս.Բ., Ռադիոակտիվ աղբյուրները մեր շրջապատում «Ճգնաժամային կառավարում և տեխնոլոգիաներ» գիտական հանդես No 2 (21). Եր., 2022, էջ 186-192:
17. Ռոմանցև Ե.Ֆ., Օրինաչափ հրաշքներ, Եր., «Հայաստան» հրատարակչություն, 1979. - 175 էջ:
18. Մեծությունների միավորների հայերեն անվանումը, նշագրումը և գրելաձևը միավորների միջազգային համակարգի հիմնական միավորները՝ <http://surl.li/txgy1> Դիտում՝ 24.05.2024 թ.:
19. Абрамов А.И., Каданский Ю.А., Матусевич Е.С., Основы экспериментальных методов ядерной физики, Атомиздат, 1977.
20. Бурназян Ф.И., Руководство по медицинским вопросам противорадиационной защиты, М., Медицина, 1983. - 492 С.
21. Банникова Ю.А., Радиация: дозы, эффекты, риск. М.: Мир, 1990. - 235 С.
22. Дуриков А.П., Радиация вокруг нас, М., 1992. - 60 С.

23. Маргулова Т.Х., Атомные электрические станции. М.: "Высшая школа", 1984. – 360 С.
24. Маргулова Т.Х., Атомные электрические станции. М.: "ИздАт", 1994. - 296 С.
25. Мархоцкий Я.Л., Основы радиационной безопасности населения: Учеб. пособие /Я.Л. Мархоцкий. – Минск, Высш. шк., 2011. –224 С.
26. Ластовкин В.Ф., Основы радиационной безопасности [Текст]: учеб. пособие /В.Ф. Ластовкин; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. –143 С.
27. Овсяник А., Оценка угроз в атомной отрасли / А. Овсяник, Э. Брунин // Гражданская защита. – 2015. – No 11.
28. Оганесян П.Л., Пособие по изучению принципов радиационной защиты и правил радиационной безопасности. Мецамор 2005.
29. Оганнисян С.Б. Проблемы радиационной безопасности в Армении, Чрезвычайные ситуации: Теория, практика, инновации Материалы, Международной научно-практической конференции, Гомель, 19–20 мая 2016 года.
30. Пименова Е.В., Основы сельскохозяйственной радиозоологии, уч. пособие/Е.В. Пименова – Пермь, ПСХА, 2004.
31. Ротов Т., Чернобыль: как это было на самом деле / Т. Ротов // Комсомольская правда.– No 44, 26 апр. 2016. - 25 С.
32. Хомяков Н.Н., Организационные и инженерно-технические мероприятия по радиационной защите населения при авариях на радиационно-опасных объектах / Н.Н. Хомяков, Н.И. Харичев // Технологии гражданской безопасности. Вып. 3. Т. 5. – 2008.
33. Шаптала В.Г., Основы моделирования чрезвычайных ситуаций, уч. Пособие/В.Г. Шаптала [и др.]– Белгород, БГТУ, 2010. - 166 С.
34. Шальман М.П., Плютинский В.И. Контроль и управление на атомных электростанциях. М.: "Энергия", 1979. –271 С.
35. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность, санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций. (СП АС-99) СП 2.6.1.27-2000 Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций (ПРБ АС-99) СП 2.6.1.28-2000 М., 2000.

36. Методические рекомендации по ликвидации последствий радиационных и химических аварий / под общ. ред. В.А. Владимирова. – М., ВНИИ ГОЧС, 2004. –340 С.
37. Наследие Чернобыля, медицинские, экологические и социально-экономические последствия. Чернобыльский форум: [Электронный ресурс]. 2003-2005. <http://un.by/pdf/Chenobyl%20Legacy-Rus.pdf>.) Ғһunнuд` 15.08.2022.
38. Учебное пособие по мониторингу при ядерных или радиационных аварийных ситуациях, МАГАТЭ Вена, Австрия 1999.
39. International Atomic Energy Agency/IAEA, Publications/ index. Html. <http://www.iaea.org/> Ғһunнuд` 9.08.2022.
40. International Atomic Energy Agency/IAEA. Energy, Electricity and Nuclear Power: Developments and Projections - 25 Years Past and Future. Vienna 2007.
41. Search and Secure Workshop Global Threat Reduction, Базовые понятия о радиации – краткий курс Armenia: 2010.
42. <https://bit.ly/3EHUAVb> Ғһunнuд` 8.05.2024.

ՀԱՎԵԼՎԱԾՆԵՐ

ՀԱՎԵԼՎԱԾ 1.

Կշռային գործակիցների արժեքները տարբեր տիպի ճառագայթման համար (արժեքները վերցրված են ՀՀ ճառագայթային անվտանգության կանոններից)

Ճառագայթման տեսակը և էներգիան	WR	Կլանված դոզա	Համարժեք դոզա
Ֆոտոններ (բոլոր էներգիաների)	1	1 Գր	1 Զվ
Ռենտգենյան ճառագայթում $E < 0.1$ ՄէՎ	1.5	1 Գր	1.5 Զվ
Ցածր էներգիա ունեցող էլեկտրոններ և մյուսներ	1	1 Գր	1 Զվ
Նեյտրոններ $E < 10$ կէՎ	5	1 Գր	5 Զվ
10 կէՎ - 100 կէՎ	10	1 Գր	10 Զվ
100 կէՎ - 2 ՄէՎ	20	1 Գր	20 Զվ
2 ՄէՎ - 20 ՄէՎ	10	1 Գր	10 Զվ
$E > 20$ ՄէՎ	5	1 Գր	5 Զվ
Պրոտոններ $E > 2$ ՄէՎ	5	1 Գր	5 Զվ
α -մասնիկներ, ծանր միջուկներ, բաժանման արդյունքներ	20	1 Գր	20 Զվ

ՀԱՎԵԼՎԱԾ 2.

Օրգանների կշռային գործակիցներ

Օրգան	WT
Գոնադներ	0.20
Կարմիր ոսկրածուծ, հաստ աղի, թոքեր, ստամոքս	0.12
Միզապարկ, կրծքագեղձ, յարդ, կերակրափող, վահանաձև գեղձ	0.05
Մաշկ, ոսկրածածկույթի բջիջներ	0.01
Մնացածը *	0.05

Ծանոթություն* Հաշվարկներում պետք է հաշվի առնել, որ վերոհիշյալ աղյուսակում «մնացածը» անվանման տակ հասկացվում են հետևյալ օրգանները՝ մակերիկամներ, գլխուղեղ, շնչառական օրգանների արտաթորքային բաժինը, հաստ աղիքի վերին հատվածը, բարակ աղիքը, երիկամները, մկանային հյուսվածքը, ենթաստամոքսային գեղձը, փայծաղը, թիմուռը և արգանդը: Այն բացառիկ դեպքերում, երբ նշված օրգաններից որևէ մեկը ստանում է համարժեք դոզա, որը գերազանցում է աղյուսակում նշված տասներկու օրգաններից մեկի ստացած համարժեք դոզան, «մնացածը» վերնագրի տակ նշված օրգաններից մեծ դոզա ստացած մեկ օրգանին պետք է վերագրել 0.025 կշռային գործակից, «մնացածին» նույնպես վերագրել 0.025 կշռային գործակից:

ՀԱՎԵԼՎԱԾ 3.

Մարդկանց արտաքին ճառագայթման դրզան, Գր

Ռեակտորի էլ. հզորությունը, ՄՎտ	Հեռավորությունը վնասված ռեակտորից, կմ							
	5	10	20	25	30	40	50	70
440	0,65	0,26	0,12	0,09	0,04	0,03	0,02	0,01
1000	1,5	0,60	0,28	0,21	0,12	0,10	0,09	0,06
1500	2,25	0,90	0,42	0,31	0,15	0,12	0,11	0,10
4000	6	2,4	1,10	0,85	0,40	0,30	0,25	0,21

ՀԱՎԵԼՎԱԾ 4.

Մարդկանց ներքին (ինհալացիա) ճառագայթման դրզան, Գր

Ռեակտորի էլ. հզորությունը, ՄՎտ	Հեռավորությունը վնասված ռեակտորից, կմ													
	6	8	10	16	18	20	25	30	40	50	60	70	80	100
440	67	44	31	13	12	10	6,5	4,5	2,5	1,7	0,8	0,5	0,3	0,15
1000		100	71	30	27	22	15	10	5,5	3	2	1,2	0,75	0,3
1500				44	33,5	27	22	15,5	8	4,7	3	1,8	1,1	0,5
2000				58	54	45	30	20	11	6,5	4	2,5	1,5	0,6
3000				87	81	67	44	31	16,5	9,5	4,7	3,7	2,3	1,0
4000						90	59	41	22	12,5	7,5	4,7	3,0	1,2

ՀԱՎԵԼՎԱԾ 5.

Ճառագայթման մակարդակը հետազոծային առանցքի վրա վթարից 1 ժամ հետո, ռադ/ժ

Ռեակտորի էլ. հզորությունը, ՄՎտ	Հեռավորությունը վնասված ռեակտորից, կմ											
	10	20	30	40	50	60	70	100	150	200	300	500
440	200	170	145	120	100	90	75	45	20	9	1,7	0,06
1000	460	390	330	280	235	200	170	100	45	20	4	0,14
1500	690	580	500	420	360	300	250	150	70	30	6	0,2
2000	920	780	660	560	470	400	340	200	90	40	8	0,3
3000	1370	1160	990	840	710	600	510	310	140	60	12	0,4
4000	1830	1150	1320	1120	950	800	680	410	180	80	15	0,55

ՀԱՎԵԼ ՎԱԾ 6.

**Ճառագայթման հետևանքով մարդկային ընդհանուր կորուստները
կախված Ճառագայթման ստացած դոզայի չափից, %**

Ճառագայթման դրժան, Գր	Միա- նվագ Ճառա- գայթման դեպքում	Ճառագայթման տևողու- թյունը, T	Ճառագայթման սկզբնական փուլից հետո առողջության վատթարացում, %						Ճառագայթված- ների մահացու- թյունը
			Ժամեր		օրեր				
			3	6	12	1	14	30	
1	4 օր	Մինչև 4 օր	-	-	-	-	-	Եզակի դեպքեր	
1,25	4 օր	Մինչև 4 օր	-	-	-	-	-	5	
1,5	4 օր	Մինչև 4 օր	-	-	-	-	-	15	
1,75	4 օր	1 ժամ	-	3	3	3	3	32	
		2 ժամ	-	1	3	3	3	32	
		3 ժամ	-	1	3	3	3	32	
		6 ժամ	-	-	3	3	3	32	
		12 ժամ	-	-	1	3	3	32	
		1 օր	-	-	-	2	3	32	
		4 օր	-	-	-	1	3	32	
2	4 օր	Մինչև 20 րոպ	3	5	5	5	5	50	Եզակի դեպքեր
		30 րոպ	2	5	5	5	5	50	
		1 ժամ	1	5	5	5	5	50	
		2 ժամ	-	1	5	5	5	50	
		3 ժամ	-	3	5	5	5	50	
		6 ժամ	-	-	5	5	5	50	
		12 ժամ	-	-	2	5	5	50	
		1 օր	-	-	-	4	5	50	
4 օր	-	-	-	2	5	50			
2,5	1 ժամ	10 րոպ	8	10	10	10	10	85	10
		20 րոպ	7	10	10	10	10	85	
		30 րոպ	6	10	10	10	10	85	
		1 ժամ	4	10	10	10	10	85	
		2 ժամ	1	9	10	10	10	85	
3	-	1 ժամ	10	20	20	20	20	100	20
		3 ժամ	2	15	20	20	20	100	
		12 ժամ	-	6	15	20	20	100	
		4 օր	-	3	7	12	20	100	
4	-	1 ժամ	25	40	40	40	40	100	40
		6 ժամ	2	16	34	40	40	100	

Ճառագայթման ըրգան, Գր	Միա- նվագ ճառա- գայթման դեպքում	Ճառագայթման տևողու- թյունը, T	Ճառագայթման սկզբնական փուլից հետո առողջության վատթարացում, %						Ճառագայթված- ների մահացու- թյունը
			Ժամեր		օրեր				
			3	6	12	1	14	30	
5	-	12 ժամ	-	7	18	28	40	100	70
		1 ժամ	45	60	60	60	60	100	
		10 ժամ	12	33	53	60	60	100	
		4 օր	2	16	32	45	60	100	
6	-	1 ժամ	64	80	80	80	85	100	100
		6 ժամ	23	73	80	80	85	100	
		4 օր	9	28	48	61	85	100	

Հավելվածից երևում է, որ 10 ժամ բաց տարածքում գտնվելու ընթացքում, երբ ճառագայթման դոզան 5,17 Գր է, մարդկանց առողջության վատթարացումը կկազմի 53%-ը, մեկ օրում՝ 60%, մեկ ամսվա ընթացքում՝ 100%: Այս դեպքում մահացու ելքը կարող է լինել 70%:

ՀԱՎԵԼՎԱԾ 7.

Ճառագայթային դոզաների թուլացման գործակիցների (K_{թուլ}) միջին արժեքները

<i>Թաքստոցների, տրանսպորտային միջոցների անվանումը</i>	<i>Թուլացման գործակիցը</i>
Բաց տարածքներ	1
Բաց ճեղքեր	3...4
Փակ ճեղքեր	40
Ավտոմեքենաներ և ավտոբուսներ, բաց վագոններ	2
Թաքստոցներ, ապաստարաններ	400...1000
Արտադրական շենքեր	5...8
Բնակելի քարե տներ.	
✓ միահարկ / նկուղ	10...13 / 40...50
✓ երկհարկանի / նկուղ	7... 13/ 12... 16
✓ եռահարկ / նկուղ	20...30 / 400...600
✓ հինգ հարկանի / նկուղ	25...50 / 400...600

ՀԱՎԵԼ ՎԱԾ 8.

Ճառագայթային վտանգավոր օբյեկտում վթարից հետո փրկարարական անհետաձգելի աշխատանքներ կատարելու պայմանակարգ (ռեժիմ)

Ուեժիսի համարը	Վթարից հետո ճառագայթային մակարդակը, ռադ/ժամ	Վթարից հետո աշխատանքների սկսելու ժամանակը, ժ, րոպե	Հերթափոխի համարը	Յուրաքանչյուր հերթափոխի տևողությունը, ժամ						
				1-ին ելք	2-7 ելքեր					
1	5	0,13	1	2	8	8	8	8	8	6
	10	0,43	1	2	8	8	8	8	5,5	Մասնական ժողովարկում է
	40	3,46	2	3,4	8	8	0	0	Մասնական ժողովարկում է	
			3	6,2	8	8				Մասնական ժողովարկում է
			4						Մասնական ժողովարկում է	
1	50	4,43	2	3,1	8	8	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է		Մասնական ժողովարկում է
			3	5	8	8				
			4	8	8	2,2	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	
1	150	13,08	1	2	3,6	3,8				
			2	2,4	4	4	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	
			3	2,8	4,4	4,3				
			4	3,4	4,9	4,5	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	
			5	4,1	5,5	5				
			6	5	6,2	6,9	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	
			7	5,1	6,9	6,9				
21	350	27,40	1	2	2,2	1,7	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	
			2	2,2	2,3	1,7				
			3	2,4	2,4	1,8	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	
			4	2,6	2,5	1,8				
			5	2,8	2,7	1,9	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	
			6	3,1	2,8	1,9				
			7	3,4	2,9	2	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	
			8	3,7	3,1	2				
			9	4,1	3,3	2,1	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	Մասնական ժողովարկում է	

Եթե վթարից 1 ժամ հետո ճառագայթման մակարդակը 330 ռադ/ժ է, ապա անհրաժեշտ է մուտք գործել № 21 աշխատանքային ռեժիմ՝ աշխատանքի սկիզբը վթարից 27 ժամ հետո է, իսկ հերթափոխով աշխատել՝ աղյուսակում նշված յուրաքանչյուր հերթափոխի տևողությամբ:

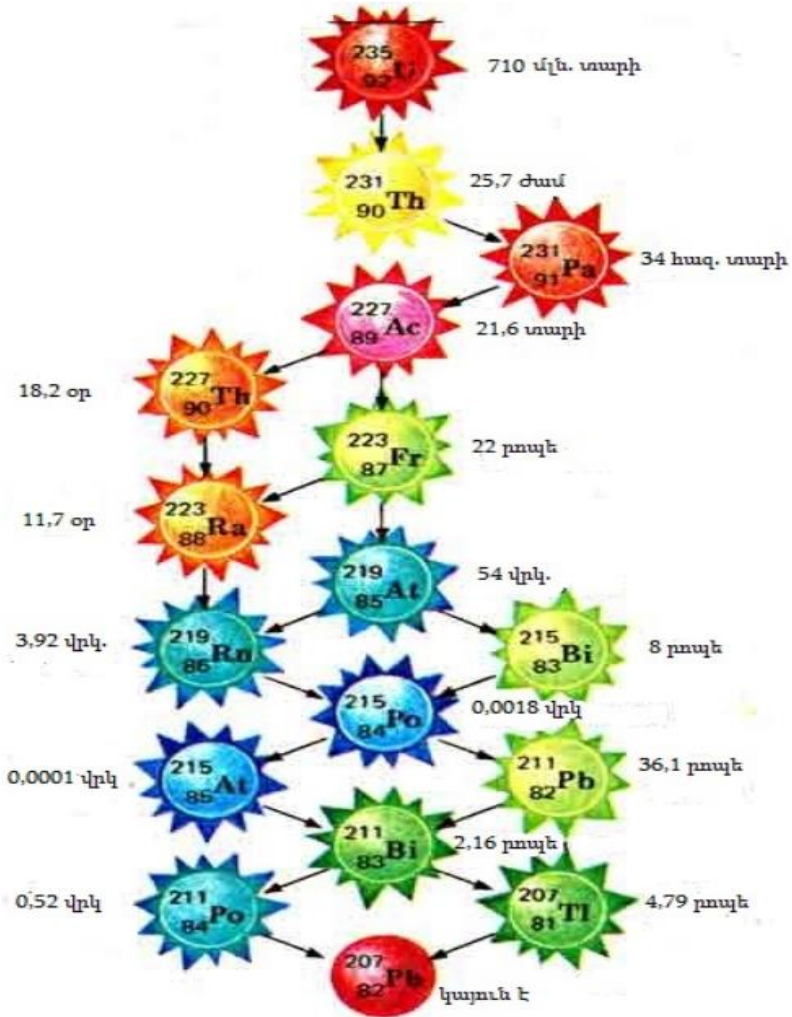
ՀԱՎԵԼՎԱԾ 9

Ճառագայթային վթարի դեպքում անձնական հիգիենայի կանոնների պահպանում

Ճառագայթային վթարի դեպքում յուրաքանչյուր մարդ, լսելով «Ուշադրություն բոլորին» ազդանշանը, պարտավոր է՝

- պաշտպանել շնչառական օրգանները՝ օգտագործելով անհատական պաշտպանության միջոցներ կամ ձեռքի տակ գտնվող միջոցներ (թաշկինակ, գործվածքային այլ նյութեր),
- չնստել գետնին, չծխել,
- պատսպարվել մոտակա շենքում, պատսպարանում,
- մտնելով շինություն, հանել և պոլիմերային պարկի մեջ տեղափոխել վերնագգեստն ու կոշիկները,
- միացնել հեռուստացույցն ու ռադիոն,
- հերմետիկացնել սենյակը, փակել դուռն ու լուսամուտը, անջատել օդափոխիչը,
- տեղավորվել լուսամուտից հեռու,
- չօգտագործել բաց տարածքում գտնվող սննդամթերք, բաց պարենը տեղափոխել փակ տարաների կամ պարկերի մեջ,
- ուտելուց առաջ ձեռքերը լվանալ օճառով, բերանը ողողել 0,5% կերակրի սոդայի լուծույթով,
- նախապես ստուգված աղբյուրներից փակ անոթներով վերցնել ջրի պաշար,
- սնունդը կամ ջուրը պահել սառնարանում կամ պահարանում,
- 8 օր ընդունել (օրական 1 հաբ) յոդային կալիում,
- իստիվ պահպանել անձնական հիգիենայի կանոնները:

Ուրան-235 իզոտոպների կիսատրոհման պարբերությունները



Ուրան-235 իզոտոպի տրոհումը մինչև կապար-207 կայուն իզոտոպի կատարվում է ըստ նկարի, որտեղ բերված են նաև համապատասխան իզոտոպների կիսատրոհման պարբերությունները:

«ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ՁԱՐԳԱՑՄԱՆ ԵՎ ՆՈՐԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ԱԶԳԱՅԻՆ ԿԵՆՏՐՈՆ» ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ

ՍԻՐՈՒՇ ԲԱԴԻԼԻ ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՅԻՆ ՊԱՇՏՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՁԵՌՆԱՐԿ

ԵՐԵՎԱՆ 2024