



«ԻՆՏԵՐԱԿՏԻՎ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԶԱՐԳԱՑՈՒՄ»
ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ



ՀԵՐԹԱԿԱՆ ԱՏԵՍԱՎՈՐՄԱՆ ԵՆԹԱԿԱ
ՈՒՍՈՒՑԻՉՆԵՐԻ ՎԵՐԱՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ
ԴԱՍԸՆԹԱՑ 2023

ՀԵՏԱԶՈՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔ

ԹԵՄԱ

ԱՌԱՐԿԱ

ՂԵԿԱՎԱՐ

ՀԵՂԻՆԱԿ

ՄԱՐԶ

ՈՒՍՈՒՄՆ. ՀԱՍՏԱՏՈՒԹՅՈՒՆ

Ատոմային էներգիա: Մարդկության
համար, թե՛ ընդդեմ մարդկության

Ֆիզիկա

Անուշ Դանիելյան

Անժելա Աղեկյան

ք. Երևան

“Շ. Շահամիրյան” կրթահամալիր

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ	3
Գլուխ I	3
1.1 ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ.....	3
1.2 ՊԱՅԹՈՒՆԻ ԱԶԴՈՂ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԸ	5
1.3 ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ԶԵՆՔԻՑ ՀՐԱԺԱՐՎԱԾ ԵՐԿՐՆԵՐ	7
1.4 ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ՀԱՎԱԿՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՈՒՆԵՑՈՂ ՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ.....	8
1.5 ԱՇԽԱՐՀՈՒՄ ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ԶԵՆՔԻ ՊԱՇԱՐՆԵՐԸ	8
Գլուխ II	9
2.1 ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՄԲ ԶԲԱՂՎՈՂ ՄԻՋԱԶԳԱՅԻՆ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ԱՏՈՄԱՅԻՆ ԶԵՆՔԻ ԿՐՃԱՏՈՒՄԸ.....	9
Գլուխ III	10
3.1 ՄԵԾԱՆՈՒՆ ԳԻՏՆԱԿԱՆՆԵՐԸ.....	10
3.2 ՀԱՅ ԳԻՏՆԱԿԱՆՆԵՐԻ ԴԵՐԸ.....	11
3.3 ԵՐՐՈՐԴ ՍԵՐՆԴԻ ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ԶԵՆՔ.....	15
Գլուխ IV	16
4.1 ԱՏՈՄԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ ԽԱՂԱՂ ՆՊԱՏԱԿՈՎ	16
ԵԶՐԱԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆ- ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ	17
ՀԱՎԵԼՎԱԾ.....	19

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Միջուկային զենքն ամենավտանգավոր զենքն է երկրի վրա: Միջուկային մեկ ռումբը կարող է ոչնչացնել մի ամբողջ քաղաք՝ սպանելով միլիոնավոր մարդկանց, իսկ նման աղետի երկարաժամկետ հետևանքները կարող են սպառնալ բնական միջավայրերին և ապագա սերունդների կյանքին: Միջուկային զենքի վտանգը պայմանավորված է հենց դրա գոյության փաստով: Աշխարհում դեռ կա մոտ 22 հազար միավոր միջուկային զենք, և մինչ օրս իրականացվել է ավելի քան 2 հազար միջուկային փորձարկում: Զինաթափումը նման սպառնալիքներից մեզ պաշտպանելու լավագույն միջոցն է, բայց դրան խանգարող բազում հանգամանքներ կան:

Շատ պետություններ, գիտնականներ, քաղաքական և հասարակական գործիչներ կարծում են, որ անհրաժեշտ է բարձրացնել ոչ միայն միջուկային զենքի տարածումը կանխելու, այլ միջուկային զինանոցների իսպառ վերացման հարցը: Թեև տեսականորեն ոչ ոք դեմ չէ, բայց միջուկային զենք ունեցող պետությունները դեմ են «հապճեպ և պարզեցված միջոցառումներին»:

Աշխատանքի նպատակն է, որ բոլորը տեղյակ լինեն ատոմային ռումբ չարիքի ու դրա հետևանքների մասին և ամբողջ մարդկության ջանքերն ուղղվի հնարավորինս քչացնելու և հետագայում նաև վերացնելու արտադրությունը: Այն կարելի է միայն օգտագործել խաղաղ նպատակներով, մարդկանց օգնելու, այլ ոչ թե վնասելու նպատակով:

Խնդիրը լուծելու համար, նախ պետք է ծանոթանալ, ուսումնասիրել գրականությունը, իմանալ լավ և վատ կողմերի, հետևանքների մասին և չլինել անտարբեր, այլ անընդհատ պայքարել ատոմային ռումբ չարիքի դեմ:

Գլուխ I

1.1 ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Միջուկային զենքը պայթուցիկ սարք է, որն իր կործանարար ուժը ստանում է ատոմների միջուկների ճեղքումից (օրինակ, ուրանի միջուկի տրոհում) կամ շատ բարձր ջերմաստիճանում ընթացող թեթև տարրերի միջուկների սինթեզից (օրինակ, ջրածնի իզոտոպերից սինթեզ): Երկու ռեակցիաներն էլ անջատում են հսկայական քանակության էներգիա՝ անհամեմատ փոքրաքանակ հումքից: Առաջին

ատոմային ռումբի փորձարկման ժամանակ անջատվել է նույնքան էներգիա, որքան 20.000 տոննա տրոտիլից: Առաջին «ջրածնային» ռումբի փորձարկման ժամանակ անջատվել է մոտավորապես նույն էներգիան, որքան տասը միլիոն տոննա տրոտիլից:

«Փոքրիկ տղա» կողային անունով միջուկային զենքն առաջինը կիրառել է ԱՄՆ-ը 1945 թվականի օգոստոսի 6-ին ճապոնական Հիրոսիմա քաղաքը ռմբակոծելու համար: Երեք օր անց՝ օգոստոսի 9-ին «Գերմարդ» կողային անունով ռումբը պայթեց Ճապոնիայի Նագասակի քաղաքում: Ատոմային ռմբակոծության արդյունքում Հիրոսիմա քաղաքում տուժել է 136 000 մարդ, որից 45 000-ը մահացել է առաջին օրը: 11500 կմ² մակերեսի վրա 75000 շենքից ամբողջովին ավերվել և մասնակիորեն քանդվել է 60000-ը: Նագասակիում զոհվել է 64000 մարդ, որից առաջին օրը՝ 22000-ը:

Հիրոսիմայի և Նագասակիի վրա զցված ռումբերի ընդհանուր հզորությունը 40 կտ էր (համազոր է 40000 տ սովորական պայթուցիկ նյութի՝ տրոտիլի):

1950-ական թվականների կեսերից միջուկային զենքը ներդրվել է մի շարք երկրների զինված ուժերում: Սկսած Հիրոսիմայից և Նագասակիից՝ գրանցվել են փորձարկման կամ ցուցադրության նպատակով իրականացված միջուկային զենքի մոտ 2000 պայթեցման դեպք:

Միջուկային զենքը՝ որպես հավաքական հասկացություն, ներառում է տարատեսակ միջուկային մարտագլխիկներ և դրանք մինչև նպատակակետը տեղափոխող ու կառավարման միջոցները: Միջուկային մարտագլխիկներ կրող ամենահզոր միջոցները տարբեր տիպի կայանման հրթիռներ են: Միջուկային մարտագլխիկները նպատակակետին հասցվում են նաև ինքնաթիռներով ու այլ միջոցներով: Միջուկային զենք կիրառելիս, կախված դրա հզորությունից ու լիցքի տեսակից, տեղանքի բնույթից ու պաշտպանվածությունից, զորքն ու բնակչությունը կարող են կրել տարբեր չափի վնասներ:

Տարբերում են օդային, վերգետնյա (վերջրյա), ստորգետնյա (ստորջրյա) և բարձունքային միջուկային պայթյուններ:

Օրինակ, օդային միջուկային պայթյունի ժամանակ առաջանում է արագ տարածվող կուրացուցիչ պայծառ կրակե գունդ: Լուսարձարկող հատվածն սկսում

է բարձրանալ ծխի ամպի ձևով՝ գետներեսից իր հետևից քաշելով փոշու սյուն: Այդ ամպն աստիճանաբար ստանում է սնկի ձև, որի վերին մասը ծածկվում է խտացած գոլորշու սպիտակ գլխարկով: Հսկայական քանակությամբ ռադիոակտիվ նյութեր պարունակող սնկածև ամպը (տես նկ.1-ը հավելվածում) քամու հետ քշվում է տասնյակ և հարյուրավոր կիլոմետրեր: Դրանում պարունակվող նյութերն ամպի շարժման ճանապարհին նստում են ռադիոակտիվ տեղումների ձևով:

1.2 ՊԱՅԹՈՒՆԻ ԱԶԴՈՂ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԸ

Միջուկային պայթյունի ազդող գործոններն են.

ա) հարվածային ալիքը, բ) լուսային ճառագայթումը, գ) թափանցող ճառագայթումը, դ) տեղանքի ռադիոակտիվ աղտոտումը, ե) էլեկտրամագնիսական ազդակը, զ) սեյսմապայթյունային ալիքները:

Հարվածային ալիք

Հարվածային ալիքը միջուկային զենքը վնասող գործոններից հիմնականն է: Դրան բաժին է ընկնում միջուկային պայթյունի էներգիայի մոտ 50%-ը: Այն պայթյունի կենտրոնից բոլոր ուղղություններով գերձայնային արագությամբ շարժվող սեղմված օդի խիստ սահմանափակ շերտ է: Ազդեցության աստիճանը, հետևաբար նաև ավերածությունների շառավիղը, մակերեսն ու ծավալը, կախված են միջուկային պայթյունի հզորությունից և բարձրությունից: Հարվածային ալիքի ազդեցության և տարածման վրա էական ազդեցություն են թողնում տեղանքի ռելիեֆը և օդերևութաբանական պայմանները (մթնոլորտի անհամասեռությունը, օդի ջերմաստիճանը, քամու արագությունը): Հարվածային ալիքը կարող է քանդել շենքեր, տարբեր շինություններ և վնասել մարդկանց՝ պայթյունի էպիկենտրոնից զգալի հեռավորությունների վրա:

Լուսային ճառագայթ

Լուսային ճառագայթումը միջուկային պայթյունի պահին առաջացող էլեկտրամագնիսական ճառագայթների խումբ է՝ անդրամանուշակագույն, ենթակարմիր և տեսանելի տիրույթում: Ազդեցության տևողությունը մեծ չէ՝ 9-15 վայրկյանից, սակայն դրան բաժին է ընկնում միջուկային պայթյունի էներգիայի 1/8-ը: Լուսային ճառագայթումը մարդկանց և կենդանիների մոտ առաջացնում է տար-

բեր աստիճանի այրվածքներ ու ժամանակավոր կամ լրիվ կուրություն: Պայթյունի էպիկենտրոնից մեծ հեռավորությունների վրա կարող են առաջանալ հրդեհներ: Օրինակ՝ Հիրոսիմայում ատոմային ռումբի պայթյունի ժամանակ ծառերն ածխացել էին էպիկենտրոնից 3 կմ հեռավորության վրա: 1 Մտ հզորության մարտագլխիկի պայթյունի ժամանակ նման արդյունք կարող է դիտվել 6-8 կմ, 5 Մտ-ի դեպքում՝ 17-20 կմ շառավղով:

Թափանցող ճառագայթում

Թափանցող ճառագայթումը գամմա (γ) ճառագայթների և նեյտրոնների հոսք է, որն անջատվում է պայթյունի գոտուց պայթյունի պահից սկսած 10-25 վրկ տևողությամբ: Թափանցող ճառագայթման հիմնական աղբյուրը տրոհվող միջուկներն ու տրոհման արգասիքներն են: γ ճառագայթներն ու նեյտրոնների հոսքն օժտված են մեծ թափանցունակությամբ և կարող են տարածվել հարյուրավոր ու հազարավոր կմ-եր: Պայթյունի ժամանակ առաջանում են նաև բետա (β) և ալֆա (α) մասնիկներ, բայց դրանք հեռու չեն տարածվում: առաջինների վազքի երկարությունը մի քանի մ է, երկրորդներինը՝ մի քանի սմ: γ -ճառագայթներն ու նեյտրոնները լուրջ ախտահարող ազդեցություն են թողնում մարդկանց վրա (առաջացնում են ճառագայթային ախտահարում, ճառագայթային հիվանդություն): Նեյտրոնների հոսքն առաջացնում է նաև մակաձված ճառագայթում իր ազդեցության գոտում գտնվող նյութերում, այսինքն՝ նրա ազդեցությամբ վերջինները ձեռք են բերում ինքնուրույն ճառագայթելու հատկություն: Թափանցող ճառագայթման ախտահարող ազդեցությունը մարդու կենդանի հյուսվածքների և օրգանների բջիջների վրա արտահայտվում է իոնացնող ազդեցությամբ, որի հետևանքով, կլանված չափաքանակից կախված, առաջանում է ծանրության տարբեր աստիճանի ճառագայթային ախտահարում: Ճառագայթման նեյտրոնների կլանման չափաքանակը չափվում է գրեյներով (Գր) կամ ռադերով (ռադ)՝ $1 \text{ Գր} = 100 \text{ ռադ}$:

Տեղանքի ռադիոակտիվ աղտոտում

Տեղանքի ռադիոակտիվ աղտոտումը պայմանավորված է միջուկային պայթյունի ամպից թափվող ռադիոակտիվ տեղումներով, ինչպես նաև մակաձված ռադիոակտիվությամբ: Ռադիոակտիվ խարամը, փոշին, մինչև վերջ չտրոհված

բեկորները նախ փոշու հետ բարձրանում են վերև՝ առաջացնելով ռադիոակտիվ ամպ, ապա ամպի տեղաշարժի ճանապարհին թափվում են գետնի մակերևույթին: Աղտոտված տարածքի ուրվագիծը սովորաբար նման է ձգված էլիպսի:

Տեղանքի ռադիոակտիվ աղտոտումը հիմնականում վտանգավոր է առաջին 2 օրվա ընթացքում:

Էլեկտրամագնիսական ազդակ

Էլեկտրամագնիսական ազդակը (ԷՄԱ) տարբեր տեսակի միջուկային պայթյունների հետևանքով առաջացող կարճատև էլեկտրական և մագնիսական դաշտեր են՝ ռադիոհաճախությունների տիրույթում: ԷՄԱ-ն կարող է օդով և գրունտով տարածվել մեծ հեռավորություններ: Դրա ազդեցության հետևանքով մետաղական օբյեկտներում առաջանում են էլեկտրական բարձր լարումներ, որոնք կարող են վնասել սարքավորումները, խափանել էլեկտրական սարքերի աշխատանքը, առաջացնել հրդեհներ և պայթյուններ:

Սեյսմապայթյունային ալիքներ

Սեյսմապայթյունային ալիքներն առաջանում են գրունտում: Դրանց ազդեցությամբ կարող են քանդվել խորացված և ստորգետնյա կառույցներն ու հաղորդակցուղիները:

1.3 ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ԶԵՆՔԻՑ ՀՐԱԺԱՐՎԱԾ ԵՐԿՐՆԵՐ

1989թ. ՀԱՀ նորընտիր նախագահ Ֆրեդերիկ դե Կլերկի կոչով այդ երկիրը հրաժարվեց միջուկային զենքից՝ խուսափելու համար միջազգային հանրության կողմից սպառնացող մեկուսացումից և պատժամիջոցներից:

1992թ. երեք երկրներ՝ Ուկրաինան, Բելառուսը և Ղազախստանը, որոնք իրենց տարածքում ԽՍՀՄ-ից ժառանգություն մնացած միջուկային զենք ունեին, միացան Միջուկային զենքի չտարածման մասին պայմանագրին: Պայմանագրի ստորագրումից հետո նրանց տարածքում տեղակայված միջուկային զենքը փոխանցվեց ԽՍՀՄ իրավահաջորդ Ռուսաստանին:

Փաստորեն՝ այս չորս պետություններն են, որ երբևէ ունեցել են միջուկային զենք, իսկ այնուհետև հրաժարվել են դրանից:

Վերջին տարիներին փոփոխական հաջողությամբ բանակցություններ են վարվում նաև Հյուսիսային Կորեայի հետ՝ փորձելով համոզել հրաժարվել միջուկային զենքից:

1.4 ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ՀԱՎԱԿՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՈՒՆԵՑՈՂ ՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Միջուկային տերություն դառնալու հնարավորություն ունեն Ավստրալիան, Գերմանիան, Կանադան, Հարավային Կորեան, Ճապոնիան, Նիդերլանդները:

Տարբեր տարիներին միջուկային զենք ստեղծել փորձել են կամ այդպիսի փորձեր անելու համար մեղադրվել են մի շարք պետություններ, օրինակ՝ Արգենտինան, Բրազիլիան, Իրաքը, Սիրիան, Լիբիան, Ալժիրը, Իրանը, Հարավաֆրիկյան Հանրապետությունը, և այլն: Ընդ որում՝ վերջինը միակ երկիրն է, որը միջուկային զենք հաջողությամբ ստեղծելուց և փորձարկելուց հետո հրաժարվել է դրանից:

Այսօր միջուկային հավակնություններ ունենալու հարցում «գլխավոր մեղադրյալն» Իրանն է: Մեղադրանքներն առաջին հերթին հնչում են Իսրայելից. վերջինս բազմիցս սպառնացել է հարվածել Իրանի միջուկային օբյեկտներին:

Դեռևս 2006թ. ապրիլի 9-ին Իրանի նախագահ Ահմադինեժադը հայտարարեց, որ Իրանում ավարտվել է լաբորատոր պայմաններում միջուկային վառելիք ստեղծելու տեխնոլոգիայի մշակումը: Այնուամենայնիվ, նա բազմիցս պնդել է, որ Իրանը ատոմային ռումբի կարիք չունի: Միջուկային զենք ստեղծելու փորձերի համար դեռևս 2011թ. Իրանին մեղադրում էր նաև Միացյալ Նահանգները: Սակայն մարտի 28-ին՝ BBC-ին տված հարցազրույցում ԱՄՆ պաշտպանության նախարար Լեոն Պանետտան նշել է, որ Իրանը շարունակում է զարգացնել միջուկային ներուժը, բայց միջուկային զենք ստեղծելու որոշում դեռ չի կայացրել:

1.5 ԱՇԽԱՐՀՈՒՄ ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ԶԵՆՔԻ ՊԱՇԱՐՆԵՐԸ

Ամերիկյան գիտնականների ֆեդերացիայի (Federation of American Scientists) տվյալների համաձայն՝ «սառը պատերազմի» ավարտից հետո էլ աշխարհում առկա միջուկային մարտագլխիկների թիվը անցնում է 19000-ից: Դրանցից մոտ 4830-ը աշխատանքային վիճակում են, ընդ որում՝ ռուսական և ամերիկյան մար-

տագլխիկներից շուրջ 2000-ը բարձր պատրաստվածության վիճակում են, պատրաստ արագ կիրառման:

Միայն Միացյալ Նահանգները և Ռուսաստանն են հրապարակում իրենց ռազմավարական միջուկային զինանոցի վերաբերյալ ճշգրիտ տվյալներ (այդ թվում՝ վերոհիշյալ պայմանագրի շրջանակներում):

Ռազմավարական նշանակության միջուկային զենք ունեն նաև Մեծ Բրիտանիան և Ֆրանսիան, սակայն դրանց պաշարների մասին ոչինչ պաշտոնապես չի հաղորդվում: Ոչ ռազմավարական նշանակության միջուկային պաշարների մասին ճշգրիտ տվյալներ նույնպես չկան: Այնուամենայնիվ, ելնելով տարբեր ժամանակներում հրապարակված հատվածային տվյալներից, տվյալների արտահոսքերից, ինչպես նաև այդ երկրների ընդհանուր գիտական, տեխնոլոգիական, հումքային, տնտեսական և այլ ներուժից, հնարավոր է լինում միջուկային զենքի պաշարների բավականին ճշգրիտ գնահատականներ տալ: 2010թ. դրությամբ՝ ամերիկյան ոչ ռազմավարական B61 տիպի 160-ից 200 ռումբ տեղակայված էր Բելգիայում, Գերմանիայում, Իտալիայում, Նիդերլանդներում և Թուրքիայում:

Գլուխ II

2.1 ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՄԲ ԶԲԱՂՎՈՂ ՄԻՋԱԶԳԱՅԻՆ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ԱՏՈՄԱՅԻՆ ԶԵՆՔԻ ԿՐՃԱՏՈՒՄԸ

Միջուկային անվտանգությամբ զբաղվող միջազգային կազմակերպություններից ամենահայտնին Ատոմային էներգիայի միջազգային գործակալությունն է (ԱԷՄԳ), որը հիմնադրվել է 1957թ. ատոմային էներգիայի խաղաղ օգտագործման ոլորտում համագործակցության զարգացման համար՝ որպես ՄԱԿ-ի համակարգում գործող միջկառավարական կազմակերպություն և այսօր միավորում է ավելի քան 100 երկիր: Կազմակերպության հիմնական գործառույթներից է անդամ երկրներում միջուկային ծրագրերի նկատմամբ վերահսկողությունը՝ դրանց խաղաղ ուղղվածության մեջ համոզվելու նպատակով:

Աշխարհում ատոմային զենքի վերջին փորձարկումն իրականացրել է Հյուսիսային Կորեան 2009 թվականին:

Միջուկային երկու խոշորագույն պետությունները՝ ԱՄՆ և Ռուսաստանը, 2010թ. ապրիլի 8-ին ստորագրել են «Ռազմավարական հարձակողական սպա-

նագինության սահմանափակման և կրճատման մասին» երկկողմ համաձայնագիրը, որն ուժի մեջ է մտել 2011 թվականի փետրվարի 5-ից: Այդ համաձայնագիրը արդեն յոթերորդ նմանատիպ փաստաթուղթն է, ներառյալ ԱՄՆ և ԽՍՀՄ միջև կնքվածները: 10-ամյա ժամկետով պայմանագիրը նախատեսում է ամեն կողմի համար միջուկային մարտագլխիկների կրճատում մինչև 1550 միավոր և կրիչների (միջմայրցամաքային բալիստիկ հրթիռներ, սուզանավերի բալիստիկ հրթիռներ, ծանր ուժակրծիչներ) կրճատում՝ մինչև 700 միավոր:

Սակայն փաստենք, որ պայմանագրի այն կետը, որով նախատեսվում է հասնել ատոմային զենքի լիակատար ոչնչացման, դեռևս իրատեսական չէ:

Գլուխ III

3.1 ՄԵԾԱՆՈՒՆ ԳԻՏՆԱԿԱՆՆԵՐԸ

Ո՛վքեր էին այն մեծանուն գիտնականները, որոնք իրենց ներդրումն ունեցան ատոմային տեխնիկայի զարգացման գործում:

Օպենհեյմերը 1925 թ-ին ավարտել է Հարվարդի համալսարանը, 1925–26 թթ-ին գիտելիքները կատարելագործել Քեմբրիջի, 1927 թ-ին՝ Գյոթինգենի համալսարաններում: 1929–47 թթ-ին աշխատել է Կալիֆոռնիայի համալսարանում ու տեխնոլոգիական ինստիտուտում, 1936 թ-ից՝ պրոֆեսոր:

1939–45 թթ-ին Օպենհեյմերը ղեկավարել է ԱՄՆ-ում ատոմային ռումբի ստեղծման աշխատանքները. 1943–45 թթ-ին գլխավորել է Լոս Ալամոսի գիտական լաբորատորիան: 1946–52 թթ-ին նա եղել է նաև ԱՄՆ-ի ատոմային էներգիայի հանձնաժողովի գլխավոր խորհրդատվական կոմիտեի նախագահը:

Ջրածնային ռումբի ստեղծման դեմ հասարակական ելույթների և ատոմային էներգիան միայն խաղաղ նպատակներով օգտագործելու կոչերի համար 1953 թվականին Օպենհեյմերը զրկվել է բոլոր պաշտոններից, ԱՄՆ-ի կառավարության կողմից մեղադրվել «անօրինապահ լինելու» մեջ, արգելվել է նրա մասնակցությունը գաղտնի աշխատանքներին:

Օպենհեյմերը մի շարք երկրների գիտությունների ակադեմիաների անդամ էր, 1948թ-ից՝ նաև Ամերիկյան ֆիզիկական ընկերության նախագահ:

Օպենհեյմերի մի շարք ուսումնասիրություններ վերաբերում են նեյտրոնային աստղերի մոդելների հաշվարկներին: Նա կանխագուշակել է նաև «սև խոռոչ»

ների» գոյությունը:

Այդ բնագավառի ամենահայտի սովետական գիտնականը Իգոր Վասիլիի Կուրչատովն է: Կուրչատովը ծնվել է 1903 թվականի հունվարի 12-ին Չելյաբինսկի մարզի Սիմ քաղաքում:

1920 թվական գերազանցությամբ ավարտել է ութնամյակը: Նույն տարում ընդունվել է Ղրիմի համալսարանի ֆիզմաթ ֆակուլտետի մաթեմատիկայի բաժին: 1923 թվականի սեպտեմբերի 1-ին ընդունվել է Պետրոգրադի Պոլիտեխնիկական ինստիտուտի նավաշինարարական ֆակուլտետի երրորդ կուրս և կրթությանը զուգընթաց աշխատում է Սլուցկի (ներկայումս Պավլովսկ) Գլխավոր երկրաֆիզիկական աստղադիտարանում:

1923-1924 թվականների ձմռանը նա կատարում է իր առաջին փորձարարական հետազոտությունը ձյան ալֆա-ռադիոակտիվության չափման վերաբերյալ: Աշխատանքը հրատարակվում է 1925 թվականին «Երկրաֆիզիկայի և օդերևութաբանության ամսագիր»-ում:

Ակադեմիկոս Աբրամ Իոֆեն պրոֆեսոր Սեմյոն Ուսատինից տեղեկանալով տաղանդավոր գիտնականի մասին, հրավիրում է Կուրչատովին իր ինստիտուտ՝ որպես առաջին կարգի գիտաշխատող, իր անմիջական գլխավորությամբ աշխատելու: Այդպիսով, 1925 թվականից աշխատանքի է անցնում Լենինգրադի ֆիզիկա-տեխնիկական ինստիտուտում, որի մասին ասում էին «Իոֆե հայրիկի մանկապարտեզ»:

1926-1933 թվականներին դիէլեկտրիկների և կիսահաղորդիչների, նրանց հարող թեմաների վերաբերյալ լույս են տեսել Կուրչատովի մոտ հարյուր հոդվածներ, ակնարկներ և ռեֆերատներ: 1934 թվականին (առանց դիսերտացիայի պաշտպանության) Կուրչատովին շնորհվել է ֆիզկա-մաթեմատիկական գիտությունների դոկտորի կոչում, իսկ 1935 թվականին պրոֆեսորի կոչում: 1935 թվականին լույս է տեսել Կուրչատովի «Ատոմի միջուկի բաժանումը» գիրքը:

3.2 ՀԱՅ ԳԻՏՆԱԿԱՆՆԵՐԻ ԴԵՐԸ

Ատոմային ռումբի բնագավառում ներդրած ջանքերի համար հայ միակ գիտնականը, որն արժանացավ մեծ փառքի, Կիրակոս Հովհաննեսի Մետաքսյանն (Շչուլկին) էր, և դա, անշուշտ այն պատճառով, որ նրա հայկական ծագումը այնքան խնամքով էր ծպտված, որ ոչ միայն երկիրը այդ մասին չգիտեր, անգամ նրա հարազատ ընտանիքը՝ կինը, որդին:

Ո՞վ էր Շչուլկինը, որին այդպես մեծարում էր ԽՍՀՄ խոշորագույն գիտնական Կուրչատովը:

Հայաստանի Հանրապետության և Վրաստանի ազգային արխիվներում պահպանվող փաստաթղթերը վկայում են, որ Կիրիլ Շչոլկինը, նույն ինքը՝ Կիրակոս Հովհաննեսի Մետաքսյանն է, ծնված 1911 թվականի մայիսի 17-ին, Թիֆլիսում: Մետաքսյան ազգանունը նա ժառանգել էր մետաքսի առևտրով զբաղվող գողթնեցի պապից:

Չնայած պահպանված կենսագրական տվյալներին, հայերենով ազատ հաղորդակցվելուն, Շչոլկինի հայկական ծագումը երկար տարիներ թաքցվում էր այնպես, ինչպես գերգաղտնի էին մնում ատոմային զենքի ստեղծողներն ու նրանց գտնվելու վայրը: Իսկ նրա օտարահունչ անուն-ազգանունը պարզապես համահունչ թարգմանություն է հայերենից:

Խորհրդային տարիներին այդ վերաբերմունքը պատահական չէր ազգությամբ ոչ ուս նշանավոր մարդու նկատմամբ, որը երիտասարդ տարիքում զբաղեցնում էր կայսրության ամենապատասխանատու և կարևորագույն ռազմական պաշտոններից մեկը, միակ մարդն էր, որ ամեն ինչ գիտեր ատոմային ռումբի պայթյունի, դրա մանրամասների մասին, 35 տարեկանում պաշտպանած դոկտորական թեզն էլ հենց ատոմային ռումբի պայթուցիչների մասին էր:

1928թ. ուսումնատենչ պատանին ընդունվում է Ղրիմի մանկավարժական ինստիտուտի ֆիզիկա-տեխնիկական ֆակուլտետ: Այնուհետև մեկնում է Լենինգրադ, շարունակում ուսումը քիմիական ֆիզիկայի ինստիտուտում՝ նախընտրելով այրման ուսումնասիրությունը: Երիտասարդ գիտնականը, որին արդեն ամուր «կպել» էր Շչոլկին Կիրիլ ազգանուն-անունը, փորձեր էր կատարում նոր, նախադեպը չունեցող ինքնուրույն մեթոդներով և մեծ ճշգրտությամբ, ինչն էլ իր վրա սևեռեց խորհրդային և արտասահմանյան մասնագետների ուշադրությունը: Մետաքսյան-Շչոլկինով հետաքրքրվեց Կուրչատովը, երբ 1938թ. նրան շնորհվեց ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճան:

Շչոլկինի կատարած փորձերը հույժ կարևոր և հրատապ էին ռազմական արդյունաբերության համար: Պատերազմական պայմաններում նրա ամենարդիական՝ այրման ու պայթյունի ֆիզիկայի ասպարեզում կատարած փորձերը դարձան վճռորոշ ԽՍՀՄ-ում միջուկային զենքի ստեղծման գործում: Հայրենական մեծ պատերազմի տարիներին Գերմանիայում, Անգլիայում և ԱՄՆ-ում

ընթացքի մեջ էր միջուկային զենքի նախապատրաստությունը: ԽՍՀՄ-ում նույնպես սկսվել էին աշխատանքներ այդ ուղղությամբ: Ակադեմիկոս Ա. Ալիխանովը ԽՍՀՄ ուրանային նախագծի, միջուկային ռումբի գիտական հիմքերի մշակման ղեկավարն էր: Կուրչատովն ու նա ստեղծեցին առաջին ցիկլոտրոնը: Արագած լեռան վրա կառուցված փակ լաբորատորիայում ուսումնասիրվում էին տիեզերական ճառագայթների կազմում պրոտոնների գոյության հարցերը: Միջուկային զենքի նախապատրաստման նպատակով 1942 թ. Ա. Ալիխանովը հետ կանչվեց Մոսկվա, և 1943թ. սկզբին նրան ուղարկեցին «Օբյեկտ» կամ, ինչպես ընդունված էր ասել, «փոստարկղ համար...»:

Դեռևս 1941 թվականին միջուկային ֆիզիկայի բնագավառում կատարած ուսումնասիրությունների համար Աբրահամ Ալիխանովը արժանացել էր պետական մրցանակի, այնպես որ 1944-ին նա արդեն ճանաչում ունեցող գիտնական էր: Նրա ղեկավարությամբ ստեղծվել էին առաջին այսպես կոչված ծանր ջրային ռեակտորները:

1945 թ. դեկտեմբերին Ալիխանովին նշանակեցին նորաստեղծ N3 լաբորատորիայի տնօրեն: Նա կատարեց միջուկային մարտալիցքերը ոչնչացնելու, որոնողական և ուղղորդող տիեզերական համակարգերը շարքից հանելու ընդունակ ամենակատարյալ զենքի ստեղծման առաջին քայլերը և ինքն էլ ղեկավարեց այդ աշխատանքների հետագա ընթացքը:

1945-ին Աբրահամ Ալիխանովը հիմնադրեց ԽՍՀՄ Գիտությունների Ակադեմիայի գիտափորձարարական ֆիզիկայի ինստիտուտը, որը ղեկավարեց մինչև 1968 թվականը

1945 թ. Ա. Ալիխանովը ստեղծեց նոր լաբորատորիա: Նրա ղեկավարությամբ լաբորատորիան իրականացրեց ջրի դանդաղեցուցիչով աշխատող ռեակտորի կառուցումը: Այդ ժամանակ ԱՄՆ-ում ընթացքի մեջ էին ատոմային ռումբի ստեղծման ինտենսիվ աշխատանքները: Այն բանից հետո, երբ ԱՄՆ-ը ատոմային ռումբ նետեց Ճապոնիայի վրա, ԽՍՀՄ-ում արագացվեցին ատոմային ռումբի ստեղծման աշխատանքները: Այդ նպատակով կազմվեց հատուկ ատոմային կոմիտե և գիտական խորհուրդ, որի կազմում ընդգրկվեցին ակադեմիկոսներ Ա. Իոֆֆեն, Ի. Կուրչատովը, Պ. Կապիցան, Ա. Ալիխանովը, գիտխորհրդի նախա-

գահ Բ. Վաննիկովը: Կուրչատովի պահանջով Մետաքսյան-Շչոլկինը «Օբյեկտում» զբաղվում էր ատոմային ռումբի հետ կապված աշխատանքներով: «Օբյեկտի» գլխավոր ուժերի առաջին շարքերում էր մեր մյուս հայրենակիցը՝ սոցիալիստական աշխատանքի կրկնակի հերոս Ս. Գ. Քոչարյանցը, տնտեսության գծով ղեկավարն էր Խ. Կոստանդյանը:

Այդ կառուցվածքում Շչոլկինը և՛ գիտահետազոտական սեկտորի ղեկավարն էր, և՛ գլխավոր կոնստրուկտորի առաջին տեղակալը, Ս. Գ. Քոչարյանցը՝ ռումբի ավտոմատիկայի համակարգի մշակման ղեկավարը:

1949թ. օգոստոսի 29-ին փայլուն կերպով իրագործվեց ատոմային ռումբի փորձարկումը Սեմիպալատինսկի զինափորձարանում: Երբ Շչոլկինը զեկուցեց Կուրչատովին, որ ատոմային ռումբը լիցքավորված է, պատրաստ փորձարկման, խորհրդային ատոմային ռումբի հայրը կատակով նետեց. «Կնքահայրը Շչոլկինն է», և ատոմային առաջին ռումբի փորձարկումը կրեց Շչոլկինի անունը:

Շչոլկինին շնորհվեց սոցիալիստական աշխատանքի հերոսի կոչում: Խորհրդային զինված ուժերի սպառազինման մեջ ներդրած ավիառումբի համար 1951թ. 2-րդ անգամ Շչոլկինին շնորհվեց սոցիալիստական աշխատանքի հերոսի կոչում: 1955թ. կազմակերպվեց «Արզամաս-16»-ի կրկնօրինակը՝ «Չեյաբինսկ-70»-ը, որի գիտական ղեկավարը և գլխավոր կոնստրուկտորը դարձավ Կիրակոս Հովհաննեսի Մետաքսյան-Շչոլկինը, իսկ գլխավոր կոնստրուկտորը և գլխավոր ղեկավարը՝ Ս. Գ. Քոչարյանցը:

1958թ. սեպտեմբերի 12-ին ջրածնային ռումբի հաջող փորձարկումից հետո Մետաքսյան-Շչոլկինը երրորդ անգամ արժանացավ սոցիալիստական աշխատանքի հերոսի կոչման: Մեր տաղանդավոր հայրենակիցը նաև չորս անգամ արժանացել է ԽՍՀՄ պետական մրցանակի և մեկ անգամ՝ Լենինյան մրցանակի: 1958թ. Կիրակոս Հովհաննեսի Մետաքսյան-Շչոլկինն ընտրվեց ԽՍՀՄ գիտությունների ակադեմիայի թղթակից անդամ: Մետաքսյանը խիստ գաղտնի պայմաններում եղել է Թբիլիսիում, Սերգեյ Քոչարյանցի հետ՝ նրա հայրենի Գավառում:

3.3 ԵՐՐՈՐԴ ՍԵՐՆԴԻ ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ԶԵՆՔ

Վաթսունականների սկիզբը եղավ միջուկային զենքի ստեղծման ամենաթեժ շրջանը: Զենքի փորձարկումները հաջորդում էին միմյանց, կարելի է ասել՝ դրանք հարահոսային բնույթ էին ստացել: Ստեղծվում էին նորանոր հզոր լիցքեր: Սկսվել էր արդեն այն, ինչը հետո պիտի «ատոմային խելացնորություն» անվանվեր: Անդրեյ Սախարովի հայտնագործությունները տվեցին «Գերհզոր միջուկային լիցքերի ժամանակաշրջանի» մեկնարկը:

Դրա գագաթնակետը ողջ երկրագունդը սարսափի մատնած 50 մեգատոնն հզորության ռումբի պայթեցումն էր Բարենցի ծովում՝ Նոր Աշխարհ կղզում 1961 թվականի հոկտեմբերի 30-ին: Խորհրդային գիտնականները աշխատում էին արդեն 100 մեգատոնն հզորությամբ ռումբի ստեղծման վրա, որն իր ուժով մի քանի հազար անգամ պետք է գերազանցեր Հերոսիմայի վրա նետվածին:

Միջուկային մոլազարությունը ջղազրգիռ վիճակ էր ստեղծել աշխարհի քաղաքական շրջանակներում, ծայր աստիճան սրել երկու քաղաքական համակարգերի հարաբերությունները՝ ծնելով Կարիբյան ծովի ճգնաժամի նման պայթունավտանգ իրադրություն: Այդ հետո էր, որ իր իսկ ստեղծածից սարսափած, ակահեմիկոս Սախարովը հանդես եկավ միջուկային փորձարկումները սահմանափակելու կոչով: Կիրիլ Շչուկինը ևս ուշքի էր եկել զանգվածային բնաջնջման ավելի ու ավելի դաժան զենքերի ստեղծման մոլուցքից և իշխանություններին հորդորում էր՝ հրաժարվել հետագա խելահեղությունից, վերջ տալ գերհզոր միջուկային մարտագլխիկների փորձարկումներին:

Իրադրությունն աշխարհում, իհարկե, նկատելիորեն փոխվեց միայն 1963-ին, երբ ԽՍՀՄ-ի և Մեծ Բրիտանիայի միջև կնքվեց երեք միջավայրում՝ երկնքում, տիեզերքում և ջրի տակ միջուկային զենքի փորձարկումների մորատորիում հայտարարելու մասին համաձայնագիրը:

ԱՄՆ-ի գիտնականներն առաջարկեցին երկրի ղեկավարությանը ստեղծել նվազ «հարակից հետևանքներ» թողնող միջուկային զենք:

1960 թ. աշնանը «Թայմ» ամսագիրն առաջին անգամ տեղեկություններ հաղորդեց նեյտրոնային ռումբի ստեղծման աշխատանքների վերաբերյալ:

Նեյտրոնային լիցքավոր սարքի (ինդեքս W-63) առաջին պայթեցումը 1963 թ. ապրիլին, Նևադա հրաձգարանի գետնանցքում, ազդարարեց երրորդ սերնդի միջուկային զենքի առաջին նմուշի ծնունդը:

1976 թ. նոյեմբերին Նևադայի հրաձգարանում անցկացվեցին նեյտրոնային մարտագլխիկի հերթական փորձարկումները: Արդյունքներն այնքան տպավորիչ էին, որ որոշվեց Կոնգրեսից թույլտվություն ստանալ նոր զինամթերքի լայնածավալ արտադրության համար: Մամուլում գովասանական հոդվածներ հայտնվեցին նեյտրոնային զենքի ռազմական և տեխնիկական առավելությունների մասին: ԶԼՄ-ներով հանդես էին գալիս գիտնականներ, զինվորականներ, կոնգրեսականներ: Պաշտպանելով այդ քարոզարշավը՝ Լոս Ալամոսի միջուկային լաբորատորիայի տնօրեն Ագնյուն հայտարարեց. «Եկել է նեյտրոնային ռումբը սիրելու ժամանակը»:

ԱՄՆ նախագահ Ռոնալդ Ռեյգանը 1981 թ. օգոստոսին հայտարարեց նեյտրոնային զենքի լայնածավալ արտադրության մասին, ինչի համար տրամադրվեց 25 միլիարդ դոլար: 1983 թ. Կոնգրեսը հավանություն տվեց 155 մմ տրամաչափի նեյտրոնային արկեր (W-83) պատրաստելու համար հաջորդ ֆինանսական տարում 500 միլիոն դոլար հատկացնելու ծրագրին:

Գլուխ IV

4.1 ԱՏՈՄԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ ԽԱՂԱՂ ՆՊԱՏԱԿՈՎ

Ատոմային էներգիան խաղաղ նպատակով օգտագործելու նպատակով անհրաժեշտ է շղթայական ռեակցիան (տես հավելված նկ. 2) կառավարել, այսինքն անհրաժեշտ է այնպես անել, որ նեյտրոնների քանակը չավելանա, որպեսզի շղթայական ռեակցիան պայթյունի չվերածվի: Եթե ուրանի զանգվածը կրիտիկականից փոքր լինի, ապա շղթայական ռեակցիա տեղի չի ունենա: Կառավարվող ռեակցիան տեղի է ունենում միջուկային ռեակտորում:

Նշանավոր իտալացի ֆիզիկոս Էնրիկո Ֆերմին, հարաճանաչ է դարձել աշխարհում առաջին ատոմային ռեակտորի ստեղծման շնորհիվ, 1938 թվականին էլ արժանացել է Նոբելյան մրցանակի:

1943 թվականից Իգոր Կուրչատովը գլխավորել է ատոմային խնդիրների հետ կապված գիտական աշխատանքները ԽՍՀՄ-ում: Նրա ղեկավարությամբ

Եվրոպայում առաջին անգամ 1946 թվին ստեղծվել է խորհրդային առաջին ատոմակայանը:

Կասիվաձակի-Կարիվան Ճապոնիայի և ամբողջ աշխարհի ամենամեծ ատոմակայանն է, որն իրավամբ կարելի է անվանել ամենահզորն աշխարհում: Այն ներառում է յոթ ռեակտորներ, որոնց ընդհանուր առավելագույն հզորությունը 7965 ՄՎտ է: Ինչպես ճապոնական շատ ատոմակայաններ, Կասիվաձակի-Կարիվայի աշխատանքները նույնպես դադարեցվել էին Ֆուկուսիմա-1-ի դեպքից հետո, բայց 2012 թվականին նորից վերսկսվել են: Ընդհանուր հզորությունը եղել է 8814 ՄՎտ:

Մեծամորի ԱԷԿ-ը սկսվել է կառուցվել 1969 թ-ին (տես հավելված նկ.3): Ներկայում կայանի արտադրանքը Հայաստանի բնակչության օգտագործած էլեկտրաէներգիայի 40%-ն է:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ- ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Եզրակացությունը միակն է՝ դադարեցնել ատոմային ռումբի հետ կապված աշխատանքները, կնքել պայմանագրեր՝ այն չկիրառելու վերաբերյալ: Միջուկային էներգիան օգտագործել միայն խաղաղ նպատակներով, միայն որպես մարդկանց կարիքները հոգալու համար անհրաժեշտ էներգիայի աղբյուր: Խաղաղությունն այսօր մեր մոլորակի համար առաջին խնդիրն է: Այսօր անգամ ԱԷՄԳ-ի (ատոմային էներգիայի միջազգային գործակալության) համառ աշխատանքների պայմաններում, ռուս-ուկրաինական պատերազմում հակամարտող երկու կողմերից էլ հնչում են մարտավարական ատոմային զենք (փոքր հզորությամբ ատոմային ռումբեր) կիրառելու, դրա օգտագործումը հիմնավորելու և արդարացնելու կոչեր: Դրանց հեղինակները, հաճախ, ընդունելով ռազմավարական ատոմային զենք (մեծ հզորությամբ ատոմային ռումբեր) կիրառելու անթույլատրելիությունը, համարում են, որ մարտավարական ատոմային զենք կիրառելը ընդունելի է՝ փորձելով այն հավասարեցնել ոչ ատոմային մյուս զինատեսակներին: Նման կոչերն ու հիմնավորումները կարող են բթացնել մարդկանց զգոնությունը, կամաց-կամաց մարդկանց վարժեցնել մարտավարական ատոմային զենք կիրառելու թույլատրելիության մտքին: Բացի այդ, ոչ մի երաշխիք չկա, որ այն կիրառելուց հետո չեն

կիրառվի ավելի հզոր մարտագլխիկներ: Հետևաբար, մարդկության գլխին կախված ատոմային պատերազմի վտանգը ոչ միայն չի պակասել, այլև ավելացնել է, ու պետք է, մասնավորապես, աշակերտներին բացատրել, ներկայացնել այդ ամենը, ցույց տալ ատոմային էներգիան ճիշտ՝ խաղաղ նպատակներով օգտագործելու հնարավորությունները: Դա կարող է արվել, օրինակ, բաց դասի, Հայաստանի ատոմակայան ակցելելու միջոցով: Հավելվածում ներկայացված են մի այդպիսի բաց դասի (տես հավելված նկ. 7-8) և Մեծամորի ատոմակայան այցելությանը դրվագներ (տես հավելված նկ. 3-5):

ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ ԵՎ ՀՂՈՒՄՆԵՐ

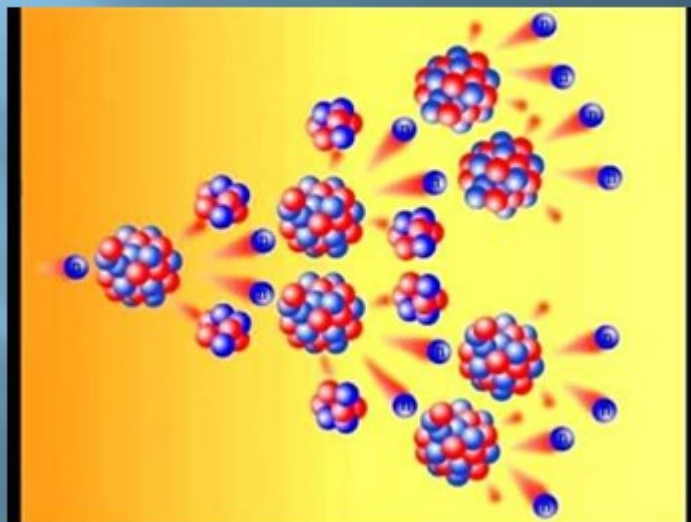
1. Է. Ղազարյան, Ա. Կիրակոսյան, Գ. Մելիքյան, Ռ. Թոսունյան, Ս. Մախլյան Ֆիզիկա և աստղագիտություն 9:–Եր.: Էդիթ Պրինտ, 2015:
2. Է. Ղազարյան, Ա. Կիրակոսյան, Գ. Մելիքյան, Ռ. Թոսունյան, Ս. Մախլյան Ֆիզիկա 12:–Եր.: Էդիթ Պրինտ, 2011:
3. И. П. Гурский Элементарная физика.–Москва. Наука, 1976.
4. Л.С. Жданов Учебник по физике.–Москва. Наука, 1977.
5. Յունգ Ռ. Հազարավոր արևներից պայծառ: :–Եր.: Հայպետհրատ, 1961:
6. <https://www.youtube.com/watch?v=5gHaya3utZk>
7. <http://trv-gorod.ru/?p=4715>
8. <http://socialism.am/science/915.html>
9. <https://syunik.wordpress.com/2010/04/25/80/>
10. <http://www.hayzinvor.am/29978.html>
11. <http://www.hayzinvor.am/3474.html>
12. https://hy.wikipedia.org/wiki/%D5%84%D5%AB%D5%BB%D5%B8%D6%82%D5%AF%D5%A1%D5%B5%D5%AB%D5%B6_%D5%A6%D5%A5%D5%B6%D6%84
13. <http://www.hayzinvor.am/16551.html>
14. <https://www.youtube.com/watch?v=PhuF11--XoM>

ՀԱՎԵԼՎԱԾ



Նկ. 1

Շղթայական ռեակցիա

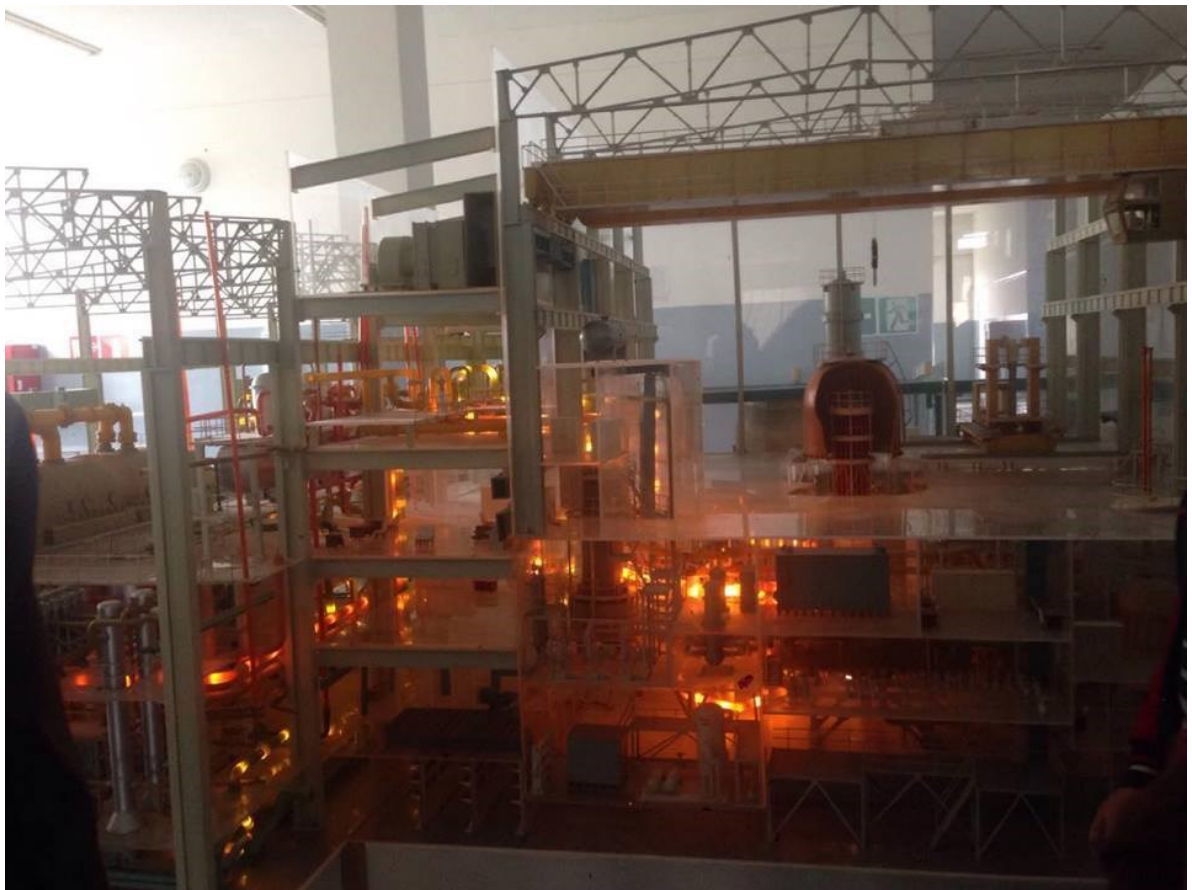


11

Նկ. 2



Նկ. 3



Նկ. 4



Նկ. 5



Նկ. 6



նկ. 7



նկ. 8