



Հաստատում եմ

«ԳԱՆՈՒՄԱՐՈՒՄԻ ՖԻզԻԿԱԿԱԿԱ և ԷԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱԿԱԿԱ ԻՆՍՏԻՏՈՒՄԻ ՄՆՕՐԵՆ՝  
Ֆ.Ս.Գ.Թ. Տ.Վ. Չաքարյան»

«21» մայիսի 2026թ

## ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԾԻՔԸ

Գոռ Յուլակի Խառատյանի «Ոչ իզոլավենտ խառնուրդների ֆունկցիոնալ դերը նոնաքարի կառուցվածքով սցինտիլյատորներում» թեմայով, Ա.04.05 «Օպտիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար ներկայացված ատենախոսության վերաբերյալ:

**Թեմայի արդիականությունը:** Օքսիդային սցինտիլյացիոն նյութերը մեծ հետաքրքրություն են առաջացնում՝ պայմանավորված դրանց լայն կիրառմամբ բարձր էներգիաների ֆիզիկայում և բժշկական արտապատկերման ոլորտում, որտեղ առանձնահատուկ տեղ են զբաղեցնում  $Ce^{3+}$  և  $Pr^{3+}$  իոններով լեգիրված նոնաքարերը՝ իրենց բարձր օպտիկական և սցինտիլյացիոն հատկությունների շնորհիվ: Սցինտիլյատորների կիրառման շրջանակների ընդլայնման և դրանց սցինտիլյացիոն հատկությունների նպատակային բարելավմանն ուղղված աճող պահանջների պայմաններում, իսկ ուժեղ դաշտերում կիրառման դեպքում՝ նաև ճառագայթային կայունության բարձրացումը հանդիսանում է արդիական խնդիր: Արդյունավետ մոտեցումներից է ոչ իզոլավենտ խառնուրդներով ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Li^+$ ) համալեգիրումը, որը թույլ է տալիս փոխել ակտիվատորի վալենտային վիճակը և բյուրեղի արատային կառուցվածքը: Մասնավորապես, երկվալենտ իոնները ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) փոխարինում են ցանցի հանգույցները և  $Ce^{3+}$  իոններով լեգիրված նոնաքարերում հանգեցնում է  $Ce^{4+}$  վիճակների կայունացման լիցքի փոխհատուցման մեխանիզմի շնորհիվ, որը նպաստում է սցինտիլյացիայի ժամանակային պարամետրերի բարելավման: Միավալենտ իոնների ( $Li^+$ ) ներմուծման և լիցքի փոխհատուցման մեխանիզմները, ինչպես նաև դրանց ազդեցությունը օպտիկական և սցինտիլյացիոն հատկությունների վրա ունեն բարդ վարքագիծ և կապված են բազմաթիվ գործոններից: Կախված մատրիցայի կատիոնների կազմից  $Li^+$  իոնները կարող են փոխարինել ցանցի հանգույցները կամ տեղակայվել միջհանգուցային տարածքում: Կախված այս մեխանիզմից լիցքի փոխհատուցման մեխանիզմը կլինի տարբեր և կարող է բերել կամ թթվածնային վականսիաների քանակի նվազեցման, կամ հակառակը՝ մեծացնել վականսիաների կոնցենտրացիան: Այսպիսով՝ իոնների ներմուծման մեխանիզմը փոխվում է մի նոնաքարից մյուսին անցնելուց և պահանջում է հետազոտություն յուրաքանչյուր դեպքում: Այս համատեքստում Գոռ Խառատյանի ատենախոսությունում բերված է Բրիջմենի մեթոդով աճեցված,  $Ce^{3+}$  և  $Pr^{3+}$  ակտիվատորներով, ինչպես նաև  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Li^+$  իոնային խառնուրդներով համալեգիրված GSAG, YAG և TmAG նոնաքարերի ուսումնասիրությունը: Աշխատանքում ստացված արդյունքները, մասնավորապես, GSAG:Ce նոնաքարերի սցինտիլյացիոն ժամանակային պարամետրերի բարելավումը  $Ca^{2+}$  և  $Mg^{2+}$  համալեգիրման

դեպքում և YAG:Pr ու GSAG:Pr բյուրեղների ճառագայթային կայունության կարգային բարելավումը  $Li^+$  իոնների համալեգիրման դեպքում, կարող են ընդլայնել հնարավորությունը դրանց կիրառության, մասնավորապես, բարձր էներգիաների ֆիզիկայում, իսկ իոնների մատրիցայում տեղակայման մեխանիզմի ուսումնասիրությունը ավելի լայն հասկանալ նրանց վարքը կախված մատրիցայի տարբեր պարամետրերից: Այսպիսով՝ աշխատանքի արդիականությունը կասկած չի հարուցում:

Ատենախոսությունը, որի ծավալը 100 էջ է, բաղկացած է ներածությունից, չորս գլխից, եզրակացությունից և գրականության ցանկից: Ատենախոսության հիմնական արդյունքները տպագրվել են երեք գիտական աշխատանքներում և ներկայացվել միջազգային գիտաժողովներում:

Ներածությունում հիմնավորված է աշխատանքի արդիականությունը, սահմանված է նպատակը, շարադրված են գիտական նորույթն ու կիրառական նշանակությունը, թվարկված են պաշտպանության ենթակա հիմնական դրույթները, ներկայացված են աշխատության կառուցվածքը և թեմայով հրատարակված աշխատանքների ցանկը:

**Ատենախոսության առաջին գլուխը** նվիրված է թեմային առնչվող խնդիրների և հարցերի համապարփակ քննարկմանը. ներկայացված է գրականության համակարգված ակնարկ: Այն ներառում է սցինտիլյացիոն նյութերի զարգացման հիմնական փուլերը և արդի կիրառությունները  $Ce^{3+}$ -ով ակտիվացված նոնաքարերի սցինտիլյացիոն մեխանիզմի նկարագրությունը և դրա բարելավման ուղիները, նոնաքարի հիմքով սցինտիլյացիոն նյութերի առավելությունները, ճառագայթային կայունության խնդիրները, աճեցման մեթոդները, ինչպես նաև աշխատանքի շրջանակում առաջադրված գիտական խնդիրները:

**Ատենախոսության երկրորդ գլուխը** նվիրված է ոչ իզովալենտ  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  և  $Li^+$  խառնուրդային իոններով համալեգիրված GSAG:Ce միաբյուրեղների հետազոտությանը: Գլխում ներկայացված են միաբյուրեղների ստացման եղանակը և օգտագործված նյութերը: Չլեգիրված GSAG բյուրեղների համար օգտագործվել է հալույթի երեք կազմ. հետազոտությունը ցույց է տվել, որ ստեխիոմետրիկ ( $Gd_3Sc_2Al_3O_{12}$ ) հալույթից ստացված բյուրեղներում Gd-ի կոնցենտրացիան հաստատուն է բյուրեղի երկայնքով, իսկ Sc-ի և Al-ի փոփոխությունն աննշան է, ինչը լիովին բավարարում է առաջադրված խնդիրների լուծման համար: Տվյալ հալույթի կազմով աճեցվել են 17 միաբյուրեղներ՝  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  և  $Li^+$  խառնուրդային իոնների տարբեր համադրություններով և կոնցենտրացիոն լայն միջակայքով: Կատարվել է ստացված բյուրեղների կլանման սպեկտրների, լուսաելքի, սցինտիլյացիայի ժամանակային պարամետրերի և հետլուսարձակման մակարդակի վրա ոչ իզովալենտ իոնների ազդեցության վերլուծություն: Միաբյուրեղների օպտիմալ կազմի դեպքում ստացվել է ժամանակային պարամետրերի եռակի բարելավում և հետլուսարձակման ռեկորդային 20-անգամյա նվազում՝ չլեգիրված սկզբնական բյուրեղի համեմատությամբ:

**Ատենախոսության երրորդ գլուխում** ներկայացված են ոչ իզովալենտ  $Ca^{2+}$  և  $Li^+$  իոններով համալեգիրված YAG:Pr և GSAG:Pr միաբյուրեղների հետազոտությունների արդյունքները: Վերլուծվել է խառնուրդային իոնների ազդեցությունը  $\gamma$ -ճառագայթված բյուրեղների ճառագայթային կայունության վրա և բյուրեղացանց ներմուծման մեխանիզմները: Ցույց է տրվել, որ երկվալենտ  $Ca^{2+}$ -իոնների և բարձր կոնցենտրացիաներով ( $> 100$  ppm) միավալենտ  $Li^+$ -իոնների ներմուծումը YAG:Pr և GSAG:Pr նոնաքարեր հանգեցնում է կլանման գործակցի և ինդուկցված կլանման գործակցի աճի, ինչը պայմանավորված է տվյալ իոնների տեղակայմամբ հանգույցներում և թթվածնային վականսիաների կոնցենտրացիայի աճով լիցքի փոխհատուցման մեխանիզմի արդյունքում:

Ի տարբերություն սրա՝  $\text{Li}^+$ -իոնները փոքր կոնցենտրացիաների դեպքում ( $< 50$  ppm) զբաղեցնում են միջհանգուցային տարածքները, փոքրացնելով թթվածնային վականսիաների կոնցենտրացիան և հանգեցնելով ինդուկցված կլանման գործակցի ցածր արժեքների՝ 11-20 մ<sup>-1</sup> և զրայական՝ համապատասխանաբար  $\text{YAG:Pr,Li}$   $\text{GSAG:Pr,Li}$  բյուրեղների համար:

**Ատենախոսության չորրորդ գլխում** ներկայացված են ոչ իզովալենտ  $\text{Ca}^{2+}$  և  $\text{Li}^+$  իոններով համալեգիրված  $\text{TmAG}$  և  $\text{TmAG:Ce}$  միա- և բազմաբյուրեղների հետազոտությունների արդյունքները: Ստացված բազմաբյուրեղների տարրական բջջի  $a_0$  պարամետրի հետազոտությունները ցույց են տվել, որ  $\text{Li}^+$  իոնների կոնցենտրացիայի աճը հանգեցնում է  $a_0$  պարամետրի մեծացմանը: Դա, համադրելով տեսական հաշվարկների հետ, փաստում է, որ այս բյուրեղներում  $\text{Li}^+$  իոնները տեղակայվում են  $\text{Al}^{3+}$  իոնների հանգույցներում: Միաժամանակ նկատվում է տեսական և փորձնական արդյունքների զգալի տարբերություն  $\text{Li}^+$ -ի մեծ կոնցենտրացիաների ( $>100$  ppm) դեպքում, ինչը պայմանավորված է տվյալ մատրիցայում այս իոնների սահմանափակ լուծելիությամբ:  $\text{Ca}^{2+}$  և  $\text{Li}^+$  իոններով համալեգիրված  $\text{TmAG:Ce}$  միաբյուրեղների կլանման և ինդուկցված կլանման գործակիցների հետազոտությունը ցույց է տալիս, որ երկվալենտ իոնների ներմուծումը, ինչպես և մյուս նոնաբարերում, հանգեցնում է  $\text{Ce}^{4+}$  վիճակների առաջացմանը՝ լիցքի փոխհատուցման մեխանիզմի շնորհիվ: Միևնույն ժամանակ,  $\text{Ca}^{2+}$  և  $\text{Li}^+$  -ի ներմուծումը, չնայած հանգույցներում տեղակայմանը, չի առաջացնում  $\text{Ce}^{4+}$  վիճակներ, և լիցքի փոխհատուցման մեխանիզմն ընթանում է թթվածնային վականսիաների կոնցենտրացիայի աճով:

**Եզրակացության մեջ** ամփոփված են աշխատանքում ստացված հիմնական արդյունքները:

Ատենախոսությունն ամբողջությամբ թողնում է դրական տպավորություն և արժեքավոր է, սակայն զերծ չէ նաև որոշ թերություններից.

1.  $\text{GSAG}$  բյուրեղների համար կատարված ռադիոլումինիսցենցիոն սպեկտրների չափումները փաստում են չլեգիրված բյուրեղներում մնացորդային խառնուրդների առկայության մասին: Ցանկալի կլիներ հեղինակի կողմից հստակեցում այն մասին, թե ինչպե՞ս է գնահատվել այդ մնացորդային խառնուրդների ազդեցությունը բյուրեղների ֆիզիկական և օպտիկական հատկությունների վրա:
2. Աշխատանքում հանգամանորեն ներկայացված է ոչ իզովալենտ խառնուրդների ֆունկցիոնալ դերը նոնաբարերում: Սակայն, հեղինակի կողմից բավարար չափով շեշտադրված և հիմնավորված չեն այդ խառնուրդների ընտրության չափանիշներն ու դրանց առանձնահատկությունները:
3. Ատենախոսությունում առկա է չափման միավորների որոշակի անհամապատասխանություն. ակտիվատորների կոնցենտրացիաները ներկայացված են ատոմային տոկոսներով, իսկ խառնուրդներինը՝ ppm-ով: Աշխատանքի ընկալման տեսանկյունից ցանկալի կլիներ դրանք բերել մեկ միասնական համակարգի կամ ներկայացնել համարժեք փոխարկված մեծությունները:
4. Ատենախոսական աշխատանքում տեղ են գտել նաև որոշակի տպագրական վրիպակներ և խմբագրական բացթողումներ: Մասնավորապես՝ խառնուրդների կոնցենտրացիաները նշելիս, տասնորդական ու հարյուրերորդական մասերը տարանջատելու համար հիմնականում օգտագործվել է կետ (նշանը), սակայն որոշ դեպքերում հանդիպում է ստորակետի կիրառում (օրինակ՝ էջ 18-ում): Ինչպես նաև նկատվում են աղյուսակների ձևաչափի և կառուցվածքի խախտումներ (տես՝ Աղյուսակ 2.2) և այլն:

Նշված դիտողությունները սկզբունքորեն չեն վերաբերում պաշտպանությանը ներկայացված հիմնական դրույթներին և աշխատանքի հիմնական արդյունքներին, ուստի չեն նսեմացնում աշխատանքի արժեքն ու դրա վերաբերյալ դրական կարծիքը:

### Եզրակացություն


Ամփոփելով վերը շարադրյալը՝ կարելի է եզրակացնել, որ Գոռ Յուլակի Խառատյանի «Ոչ իզովալենտ խառնուրդների ֆունկցիոնալ դերը նոնաքարի կառուցվածքով սցինտիլյատորներում» թեմայով թեկնածուական ատենախոսությունն ավարտուն աշխատանք է և կատարված է պատշաճ գիտական մակարդակով: Հետազոտությունների ընթացքում ստացված արդյունքների հավաստիությունը որևէ կասկած չի հարուցում: Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրապարակվել են հեղինակի երեք գիտական աշխատանքներում: Սեղմագիրն ամբողջովին համապատասխանում է ատենախոսությանը և արտացոլում է դրա հիմնական դրույթները: Աշխատանքում նկատված առանձին թերություններն ու վրիպակները չեն կրում սկզբունքային բնույթ և ամենևին չեն նսեմացնում աշխատանքի գիտական արժեքը: Իր ծավալով և գիտական մակարդակով այն լիովին համապատասխանում է ՀՀ ԿԳՄՍՆ Բարձրագույն կրթության և գիտության կոմիտեի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, իսկ հեղինակն արժանի է Ա.04.05 «Օպտիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Կարծիքը կազմված է ՀՀ ԳԱԱ ՌՖԷԻ 2026թ. մայիսի 21-ին կայացած սեմինարի ընթացքում ատենախոսության վերաբերյալ քննարկման արդյունքների հիման վրա:

Սեմինարին ներկա էին ֆ.մ.գ.դ. Ա.Պետրոսյանը, ֆ.մ.գ.դ. Ժ.Գևորգյանը, ֆ.մ.գ.դ. Ա.Պետրոսյանը, ֆ.մ.գ.թ. Տ.Զաքարյանը, ֆ.մ.գ.թ. Է.Ասմարյանը, ֆ.մ.գ.թ. Ա.Մակարյանը, ֆ.մ.գ.թ. Ա.Ներսեսյանը, ֆ.մ.գ.թ. Ա.Մուսայեյանը, Ժ.Թորիկյանը, Ռ.Մելիքյանը, Լ.Մադոյանը, Կ. Միրզոյանը:

Ելույթ ունեցան ֆ.մ.գ.դ. Ա.Պետրոսյանը, ֆ.մ.գ.դ. Ա.Պետրոսյանը, ֆ.մ.գ.թ. Տ.Զաքարյանը, ֆ.մ.գ.թ. Ա.Մակարյանը:

Կարծիքը կազմեց՝  
ՌՖԷԻ Կիսահաղորդչային նանոէլեկտրոնիկայի  
լաբորատորիայի վարիչ, ֆ.մ.գ.դ.

 Ա. Պետրոսյան

Ա. Պետրոսյանի ստորագրությունը հաստատում եմ՝  
ՀՀ ԳԱԱ ՌՖԷԻ գիտքարտուղար, ֆ.մ.գ.թ.

 Ա. Ներսեսյան

