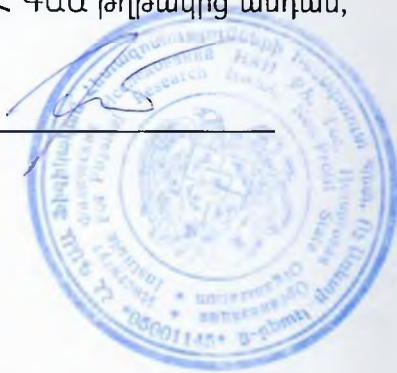


Հաստատում եմ՝

ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկական հետազոտությունների  
ինստիտուտի տնօրեն, ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ,  
Ֆիզ.մաթ. գիտ. դոկտոր՝

Ա.Վ. Պապոյան \_\_\_\_\_

«7» մայիսի 2021 թ.



**ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ  
ԿԱՐԾԻՔ**

Հենրիկ Աշոտի Պարսամյան «Ինֆրակարմիր ճառագայթման մոդուլումն ու կլանումը գլանային համաչափությամբ միկրո և նանոմետրական կառուցվածքներում» թեմայով Ա.04.03 - «Ռադիոֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար ներկայացված ատենախոսության վերաբերյալ

Թեմայի արդիականությունը: էլեկտրամագնիսական, մասնավորապես՝ մոտակա և միջին ինֆրակարմիր տիրույթի ճառագայթման ղեկավարման (բացթողման, անդրադարձման, ֆիլտրման, կլանման, տարածական ուղղորդման, մոդուլման և այլն) խնդիրները շարունակում են մնալ հետազոտողների և մշակողների ուշադրության կիզակետում: Դա կապված է ինտեգրալային օպտիկայի, ֆոտոնիկայի, լազերային և օպտիկական տեղեկատվական տեխնոլոգիաների, կենսաբժշկական, պաշտպանական և այլ ոլորտներում օրեցօր աճող կարևոր կիրառությունների հետ:

Այդ առումով առանձին հետաքրքրություն են ներկայացնում բարձր բարորակությամբ օժտված միկրոռեզոնատորային կառուցվածքների, մետանյութերի և կառուցվածքավորված նանոկոմպոզիտների հիման վրա նոր ֆունկցիոնալ հնարավորությունների ստացման հնարավորությունները: Մասնավորապես, հեռանկարային են գլանային կամ գնդային համաչափությամբ դիէլեկտրիկական օպտիկական միկրոռեզոնատորները, որոնց ռեզոնանսային սեփական ալիքները ստացել են «շնչացող մոդեր» անվանումը և որոնք ունեն շատ մեծ բարորակություններ: Դրանց կիրառական հնարավորությունները կարող են էապես ընդլայնվել՝ ալիքատարային և թաղանթային այլ եղանակների և տեխնոլոգիաների հետ համակցման միջոցով:

Կարևոր խնդիր է նաև քողարկող համակարգերի հիմքը հանդիսացող էլեկտրամագնիսական ալիքների նոր, ոչ ծախսատար, արդյունավետ և կոմպակտ կլանիչների մշակումը: Այստեղ էական դեր են խաղում մետանյութային կառուցվածքով

և անկանոն բաշխված ենթաալիքային չափերի մասնիկների համակարգերի վրա հիմնված կլանիչները: Արդիական պնդիր է մնում լայնաշերտ և լայնանկյուն արդյունավետ կլանիչների նախագծումը էլեկտրամագնիսական ալիքների ամբողջ սպեկտրի համար՝ տեսանելից մինչև գիգահերցային ալիքներ:

Հենրիկ Պարսամյանի ատենախոսությունը նվիրված է հենց այդ՝ ինֆրակարմիր ճառագայթման մոդուլման և կլանման խնդիրներին:

Առաջարկելով դիէլեկտրիկ-մետաղ-կիսահաղորդիչ կառուցվածքով օպտիկական միկրոռեզոնատոր, որում համակարգի հիմքից հարթ ալիքով գրգռման դեպքում շնչացող մոդերը ձևավորվում են կիսագլանային տեսքով կիսահաղորդչում, և ուսումնասիրելով այս համակարգում շնչացող մոդերի հատկությունները, ցույց է տրվել հարթ դիէլեկտրիկական ալիքատարի հետ կապված ռեզոնատորի միջոցով ինֆրակարմիր ճառագայթման ինտենսիվության մոդուլման հնարավորությունը: Նաև ներկայացվել են ուղղանկյուն նանոկառուցվածքների վրա հիմնված ավանդական մետաղալիքային կլանիչի արդյունավետ լայնաշերտ կլանող հատկությունները ինֆրակարմիր սպեկտրում: Ցույց է տրվել դիէլեկտրիկ-մետաղ երկշերտ կառուցվածքով ենթաալիքային չափերի մասնիկների համակարգերում կառուցվածքային ռեզոնանսով պայմանավորված կլանման արդյունավետության մեծացումը:

Ատենախոսությունը, որի ծավալը 122 էջ է, բաղկացած է ներածությունից, երեք գլխից, եզրակացությունից և 130 անուն գրականության ցանկից:

Ներածության մեջ հիմնավորված է ատենախոսության թեմայի արդիականությունը: Ձևակերպված են աշխատանքի նպատակը, քննարկվող խնդիրները, գիտական նորույթը, ստացված արդյունքների գործնական արժեքը, ինչպես նաև պաշտպանությանը ներկայացվող առանցքային դրույթները:

Առաջին գլուխը նվիրված է կիսագլանային շնչացող մոդերով միկրոռեզոնատորի հարթ ալիքով գրգռման, մոդային կառուցվածքի և բարորակության հետազոտմանը՝ նպատակ ունենալով էլեկտրամագնիսական ալիքի ղեկավարումը: Բացահայտվել են տասնյակ նանոմետրերի հասնող արժաթե շերտով պատված հիմքով կիսագլանային օպտիկական միկրոռեզոնատորում շնչացող մոդերի հատկությունները: Տակդիրի հիմքից ընկնող և կիսագլանի առանցքով բևեռացած հարթ էլեկտրամագնիսական ալիքով միկրոռեզոնատորի գրգռման պայմաններում ստացվել է կիսագլանի կոր մակերևույթից ճառագայթային կորուստները և դրա նյութական ու երկրաչափական պարամետրերը կապող անալիտիկ արտահայտություն: Ցույց է տրվել, որ  $\lambda \sim 1013$  նմ ալիքի երկարության համար 3 մկմ շառավղով GaAs-ից կիսագլանի դեպքում ռեզոնատորի ֆունդամենտալ շնչացող մոդի բարորակությունը հասնում է մինչև  $\sim 24000$ -ի:

Երկրորդ գլուխը վերաբերում է հարթ դիէլեկտրիկ ալիքատարից բարակ արժաթե թաղանթով բաժանված կիսագլանային միկրոռեզոնատորով համակարգի միջոցով ինֆրակարմիր ալիքների մոդուլմանը: Ցույց է տրվել, որ ալիքատարի ելքում դաշտի ինտենսիվությունը կարելի է կառավարել՝ փոխելով կիսագլանի բեկման ցուցիչը ընդամենը մոտ 0.01%-ով: Հաշվի առնելով III-V խմբի, մասնավորապես՝ InP-ի լավ արտահայտված էլեկտրաօպտիկական հատկությունները, այս կառուցվածքի հիման վրա հնարավոր է նախագծել վակուումում գրգռող դաշտի ալիքի երկարության կարգի չափերով օպտիկական մոդուլյատորներ:



Երրորդ գլխում բացահայտվել են նիկելից ուղղանկյունաձև նանոկառուցվածքներով մետանյութային համակարգի լայնաշերտ կլանման հատկությունները միջին և երկարալիքային ինֆրակարմիր սպեկտրներում: Բացատրվել են լայնաշերտ կլանման ֆիզիկական հիմքերը, որոնք կապված են մետաղական նանոկառուցվածքների փոքր բարորակություններով մոդերի գրգռման հետ: Դիպոլային մոտավորության սահմաններում արված տեսական վերլուծության և մոդելավորման միջոցով ցույց է տրվել, որ նանոմետրական հաստությամբ տիտանե թաղանթով պատված դիէլեկտրիկ գնդաձև և գլանաձև կառուցվածքներում հանդես է գալիս կոնֆիգուրացիոն ռեզոնանսի երևույթը, երբ բաղադրիչների դիէլեկտրիկ թափանցելիությունների և երկրաչափական պարամետրերի որոշակի համադրման արդյունքում կառուցվածքների կլանման կտրվածքները էապես գերազանցում են լայնական երկրաչափական կտրվածքներին: Մաքսվել-Գարնետի տեսության միջոցով տրվել կլանման ուժեղացման ֆիզիկական հիմնավորումը:

Աշխատանքի եզրակացության մեջ ձևակերպված են ատենախոսական աշխատանքում ստացված հիմնական արդյունքները, որոնցից կցանկանայինք առանձնացնել հետևյալները.

1. Ցույց է տրվել մեծ բարորակությամբ մետաղապատ հիմքով կիսագլանային դիէլեկտրիկական միկրոռեզոնատորով լուսային ալիքի վերահսկելի կառավարման հնարավորությունը՝ շնորհիվ արտաքին ազդակների նկատմամբ ընդգծված զգայունության: Որոշվել են ճառագայթային նվազագույն կուրստներ ապահովող նյութական ու երկարաչափական պարամետրերի արժեքները:
2. Հիմնավորվել է ալիքատարի հետ համատեղված կիսագլանային միկրոռեզոնատորում ելքային լուսային հզորության կտրուկ փոփոխման հնարավորությունը՝ կիսագլանի բեկման ցուցչի չնչին ( $10^{-4}$ ) փոփոխմամբ, ինչի հիման վրա կարելի է նախագծել արագագործ մոդուլյատորներ:
3. Ցույց է տրվել սպեկտրի միջին և երկարալիք ինֆրակարմիր տիրույթում արդյունավետ լայնաշերտ կլանիչների ստեղծման հնարավորությունը՝ հարթ W-Si տակդիրի վրա Ni ուղղանկյունաձև նանոանտենաներով մետանյութային կառուցվածքի հիման վրա, ապահովելով կլանման գործակցի անկախությունը ընկնող դաշտի բևեռացումից և անկման անկյունից:
4. Հիմնավորվել է մետաղական բարակ թաղանթով պատված ենթաալիքային չափերի կամայականորեն բաշխված դիէլեկտրիկական գնդային և գլանային կառուցվածքներում կոնֆիգուրացիոն ռեզոնանսի երևույթի շնորհիվ ինֆրակարմիր ճառագայթման արդյունավետ կլանումը:

Կարելի է վստահաբար փաստել, որ ատենախոսական աշխատանքում ստացված արդյունքներն ունեն ինչպես հիմնարար, այնպես էլ կիրառական զգալի արժեք: Ողջունելի է, որ ատենախոսությունում դիտարկված ֆիզիկական երևույթների հաշվարկներն արվել են կոնկրետ ճառագայթումների և նյութերի համար՝ որոշակի բնութագրերով, կոնֆիգուրացիաներով և չափերով, ինչն էլ ավելի է մեծացնում աշխատանքի կիրառական արժեքը:

Ատենախոսությունն ամբողջությամբ թողնում է դրական տպավորություն, սակայն այն զերծ չէ նաև որոշ թերություններից: Չանդրադառնալով ատենախոսության և

սեղմագրի տեքստերում առկա վրիպակներին, աշխատանքի վերաբերյալ կարելի է անել հետևյալ դիտողությունները.

1. Կարելի է ակնկալել, որ 1.5 պարագրաֆում ներկայացված դաշտի ինտենսիվության կառավարումը կիսազանի բեկման ցուցչի 0.01%-ով կամ շառավղի 0.1 նմ-ով փոփոխմամբ իրագործելի է միայն իդեալական պայմաններում: Ցանկալի կլիներ գնահատել շնչացող մոդերով միկրոռեզոնատորի բարորակության վրա մակերևույթի որակի (անհարթություններ, համաչափության շեղումներ) և, հատկապես, ջերմաստիճանի ազդեցությունը և համադրել այդ վերլուծությունը միկրոկառուցվածքների ստեղծման առկա տեխնոլոգիական հնարավորությունների հետ:
2. Պարագրաֆ 3.3-ում կատարված «միջուկ-կաղապար» կառուցվածքով մասնիկների հիման վրա արդյունավետ, լայնաշերտ և լայնանկյուն ինֆրակարմիր ճառագայթման կլանիչների մշակման վերլուծության մեջ որպես ակնհայտ գործնական առավելություն է նշվում այն, որ այս դեպքում անհրաժեշտ չէ տարրերի կանոնավոր դասավորությունը: Ցանկալի կլիներ վերլուծել, թե նանոգնդերի որ առավելագույն փոխադարձ հեռավորությունից է դրսևորվում դրանց փոխազդեցությունը (բնութագրերի փոփոխումը), ինչպես նաև՝ բնութագրերի ինչպիսի՞ փոփոխությունների կարող է բերել մասնիկների հպումը պաշտպանվող մակերևույթին և փոխազդեցությունը ամրացնող սոսնձա-լաքային նյութերի հետ:

Նշված դիտողությունները, որոնք հիմնականում առնչվում են ստացված արդյունքների հետագա կիրառելիությանը, սկզբունքորեն չեն վերաբերվում պաշտպանությանը ներկայացված հիմնական դրույթներին և աշխատանքի հիմնական գիտական արդյունքներին, ուստի չեն նսեմացնում աշխատանքի արժեքն ու դրա վերաբերյալ դրական կարծիքը: Աշխատանքում ստացված արդյունքների հավաստիությունը կասկած չի հարուցում:

Ատենախոսությունն իր արդիականությամբ, ծավալով, գիտական նորությամբ, ձևակերպմամբ, հիմնավորմամբ և հիմնական արդյունքների կարևորությամբ համապատասխանում է ՀՀ ԲՈԿ-ի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին:

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրապարակվել են հեղինակի 4 գիտական հոդվածներում՝ տպագրված Scopus-ի ցանկում ընդգրկված հեղինակավոր միջազգային հանդեսներում, և միջազգային գիտաժողովի 1 թեզիսում: Սեղմագիրն ամբողջովին համապատասխանում է ատենախոսությանը և արտացոլում է դրա հիմնական դրույթները:

Ատենախոսության արդյունքները կարող են օգտագործվել Երևանի պետական համալսարանի ռադիոֆիզիկայի և ֆիզիկայի ֆակուլտետներում, ՀՀ ԳԱԱ ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտում, ՀՀ ԳԱԱ Ռադիոֆիզիկայի և էլեկտրոնիկայի ինստիտուտում, Հայ-ռուսական համալսարանում, ինչպես նաև արտերկրի մի շարք գիտական կազմակերպություններում:

#### Եզրակացություն

Ելնելով վերը շարադրվածից՝ կարելի է եզրակացնել, որ Հենրիկ Աշոտի Պարսամյան «Ինֆրակարմիր ճառագայթման մոդուլումն ու կլանումը գլանային



համաչափությամբ միկրո և նանոմետրական կառուցվածքներում» թեմայով թեկնածուական ատենախոսությունն իրենից ներկայացնում է հիմնավոր և ավարտուն գիտական աշխատանք: Այն լիովին բավարարում է ՀՀ ԲՈԿ-ի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, իսկ նրա հեղինակն արժանի է Ա.04.03 - «Ռադիոֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի աստիճանի շնորհմանը:

Հեղինակը աշխատանքը ներկայացրել է ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտի ընդհանուր սեմինարին՝ 2021 թ. մայիսի 6-ին: Աշխատանքի քննարկմանը մասնակցել են ֆիզ.մաթ. գիտ. դոկտորներ Ա. Պապոյանը, Դ. Սարգսյանը, Ա. Պետրոսյանը, Ռ. Դրամփյանը, Գ. Գրիգորյանը, ֆիզ.մաթ. գիտ. թեկնածուներ՝ Պ. Մուժիկյանը, Ա. Սարգսյանը, Ա.Կուզանյանը, Է. Գազազյանը, Պ. Մանթաշյանը, Ա. Տոնոյանը, Դ. Խաչատրյանը, Թ. Եզեկյանը և ուրիշները:

ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտի Ատոմային սպեկտրասկոպիայի լաբորատորիայի վարիչ,  
ֆիզ.մաթ. գիտ. դոկտոր

Դ.Հ. Սարգսյան

ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտի Սցինտիլյացիոն նյութերի լաբորատորիայի վարիչ,  
ֆիզ.մաթ. գիտ. դոկտոր

Ա.Գ. Պետրոսյան

7 մայիսի 2021 թ.

Դ.Հ. Սարգսյանի և Ա.Գ. Պետրոսյան ստորագրությունները հաստատում եմ՝

ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտի գիտքարտուղար՝ ֆիզ.մաթ. գիտ. թեկնածու

Պ.Ա. Մանթաշյան

