




E-mail: david.havrapetyan@rau.am

«ՀԱՍՏԱՏՈՒՄ ԵՄ»
 Հայ-Ռուսական Համալսարանի
 գիտությունն զծով պրոռեկտոր, փ.գ.դ.
 պրոֆեսոր
 Ռ.Ս Ավետիսյան
 2026թ.



Առաջատար կազմակերպության՝ Հայ-Ռուսական համալսարանի

Կարծիք

Դավիթ Արմենի Մանուկյանի Ա.04.03 - «Ռադիոֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար ներկայացված «Ոչ զծային և թունելային պրոցեսները ռեզոնանսային տարրերով երկշերտ մետամակերևույթներում» թեմայով ատենախոսության վերաբերյալ:

Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը

Մետանյութերը՝ եռաչափ, արհեստականորեն նախագծված կառուցվածքներ են, որոնք օժտված են էլեկտրամագնիսական ալիքների ուղղորդման և կառավարման աննախադեպ ունակություններով: Դրանք թույլ են տալիս իրագործել այնպիսի օպտիկական էֆեկտներ և սարքավորումներ, որոնք անհնար է ստանալ բնական նյութերի օգնությամբ: Սակայն, առաջարկվող պոտենցիալ կիրառությունների և սարքավորումների զգալի մասի իրականացումը դեռևս խոչընդոտվում է բարդ եռաչափ երկրաչափական կառուցվածքների պատրաստման մարտահրավերների և օպտիկական հաճախականություններում պլազմոնային տարրերի մետաղական կորուստների պատճառով: Մետամակերևույթները, որոնք ըստ էության իրենցից ներկայացնում են մետանյութերի երկչափ տարրերակներ, արժանանում են ավելի



ու ավելի մեծ գիտական ուշադրության՝ շնորհիվ իրենց պատրաստման դյուրինության և լույսի կառավարման բացառիկ կարողությունների: Դրանք սովորաբար բաղկացած են հարթ օպտիկական ռեզոնատորների զանգվածներից՝ տարածականորեն փոփոխվող երկրաչափական պարամետրերով և ենթաալիքային հեռավորությամբ: Լույսի հետ փոխազդեցության ժամանակ տարածականորեն փոփոխվող օպտիկական արձագանքի նախագծումը թույլ է տալիս կամայականորեն ձևավորել ճառագայթման ալիքային ճակատը:

Ի տարբերություն ավանդական օպտիկական սարքավորումների, որոնք ձևավորում են ալիքային ճակատը միջավայրում լույսի տարածման միջոցով փուլի կուտակման շնորհիվ, մետամակերևույթները հնարավորություն են տալիս ենթաալիքային լուծողունակությամբ կառավարել փուլային, ամպլիտուդային և փուլային արձագանքը, ինչպես նաև իրականացնել ալիքային ճակատի ձևավորում ալիքի երկարությունից շատ ավելի փոքր հեռավորության վրա: Դրանց արտասովոր օպտիկական հատկությունները հանգեցրել են ունիվերսալ գերբարակ օպտիկական սարքերի մշակմանը, որոնք ցուցադրում են ինչպես նոր օպտիկական երևույթներ, այնպես էլ ավանդական համարժեքներին գերազանցող նոր ֆունկցիոնալություններ:

Մետամակերևույթների գաղափարը առավել զրավիչ է Էլեկտրամագնիսական սպեկտրի տերահերցային (ՏՀց) տիրույթի համար, որտեղ հարմար նյութերը սահմանափակ են: Նեղշերտ ՏՀց ճառագայթումը ունի բազմաթիվ կարևոր կիրառություններ այնպիսի ոլորտներում, ինչպիսիք են սպեկտրոսկոպիան, ինֆորմացիայի մշակման և հաղորդման համակարգերը, և այլն: Այնուամենայնիվ, կառավարելի կենտրոնական հաճախականությամբ կոհերենտ, նեղշերտ ՏՀց ճառագայթման զենեքացման առկա մեթոդները, ներառյալ քվանտային կասկադային լազերները և տարբերային հաճախության զենեքացումը, բախվում են արդյունավետության, սպեկտրալ կառավարելիության և արժեքի հետ կապված մարտահրավերների:



Դավիթ Մանուկյանի ատենախոսությունը նվիրված է մետամակերևույթների միջոցով լույսի կառավարման և նեղէրտ ՏՀց ճառագայթման գեներացման խնդիրներին:

Ատենախոսությունը կազմում է 128 էջ, բաղկացած է առաջաբանից, երեք գլխից, եզրակացությունից և 173 անուն գրականության ցանկից:

Առաջին գլուխը նվիրված է սինուսիդալ հաղորդալարերից կազմված երկչափ հյուսված ցանցի միջոցով ընկնող ՏՀց ճառագայթման բևեռացման պտույտին: Ժամանակային տիրույթի սպեկտրոմետրի օգնությամբ փորձարարականորեն ցույց է տրվել, որ ցանցի վրա գծային բևեռացված ՏՀց ճառագայթման անկման որոշակի անկյունների դեպքում անցած ճառագայթման սպեկտրում առաջանում են խաչաձև բևեռացված բաղադրիչներ, ընդ որում այդ բաղադրիչների մասնաբաժինը խիստ կախված է անկման անկյունից:

Երկրորդ գլխում ուսումնասիրվել է պարբերաբար դասավորված ուղղանկյունաձև բարակ նանոժապավեններից կազմված երկշերտ մետամակերևույթի գծային և ոչ գծային արձագանքը մոտ ինֆրակարմիր տիրույթի էլեկտրամագնիսական ճառագայթմանը: Թվային մոդելավորումները ցույց են տալիս, որ ընկնող ճառագայթման 850 նմ ալիքի երկարության շրջակայքում մետամակերևույթը դրսևորում է խիստ դիսպերսիվ թափանցելիություն: Ստացված արդյունքը համապատասխանում է կապված ռեզոնատորների վրա հիմնված տեսական վերլուծության հետ: Մետամակերևույթի ոչ գծային արձագանքի հետազոտությունները ցույց են տվել, որ միջշերտային տիրույթում դաշտերի ինտենսիվության ռեզոնանսային մեծացումը բարենպաստ պայմաններ է ստեղծում անցման երկկայունության երևույթի ի հայտ գալու համար: Կատարված թվային մոդելավորման միջոցով երկկայուն համակարգի բարձր և ցածր թափանցելիության վիճակների միջև անցման շեմային ինտենսիվությունների համար ստացվել են 8.21 ՄՎտ/սմ² և 8.66 ՄՎտ/սմ² արժեքները: Նվազագույն փոխանջատման ժամանակը գնահատվել է մոտ 600 ֆվ: Երկրորդ գլխի երկրորդ մասում թվային մոդելավորման միջոցով բացահայտվել է ինտենսիվ ճառագայթման ազդեցությունը միմյանցից 0.5 նմ լայնությամբ ճեղքով բաժանված գլանաձև ոսկե նանոձողերից կազմված դիմերի



Էլեկտրամագնիսական բնութագրերի վրա: Ցույց է տրվել, որ միջմասնիկային ճեղքում էլեկտրոնների թունելացման արդյունքում հաղորդիչ կանալի ձևավորումը հանգեցնում է դիմերի կլանման արդյունավետության աճի և ցրման արդյունավետության շուրջ եռակի նվազման: Նվազում է նաև ճեղքում դաշտի ուժեղացումը:

Երրորդ գլուխը վերաբերում է զուգահեռ դասավորված վերջավոր երկարությամբ ոսկե ձողերից կազմված համակարգի միջոցով կոհերենտ, նեղշերտ ՏՀց ճառագայթման ստացմանը: Թվային մոդելավորումների միջոցով ցույց է տրվել, որ նման համակարգում կարելի է իրականացնել գերկարճ ՏՀց իմպուլսի փոխակերպում նեղշերտ ճառագայթման: Համակարգի ձողերից միայն մեկի ընտրողական գրգռման պայմաններում ձևավորվում են լայնաշերտ համաչափ և նեղշերտ հակահամաչափ կանգուն մակերևութային ալիքային մոդեր: Համակարգի ցրման կտրվածքի մուլտիպոլյար վերլուծությունը ցույց է տվել, որ համաչափ մոդն ունի էլեկտրական դիպոլային բնույթ, մինչդեռ հակահամաչափ մոդը հիմնականում պայմանավորված է մագնիսական դիպոլային և էլեկտրական քվադրոպոլային մոմենտների գրգռմամբ: Ընկնող գերկարճ իմպուլսը նեղշերտ ճառագայթման փոխակերպման արդյունավետությունը գնահատվել է 25%:

Եզրակացության մեջ ամփոփված են աշխատանքում ստացված հիմնական արդյունքները:

Ատենախոսությունն ամբողջությամբ թողնում է դրական տպավորություն: Այն իրենից ներկայացնում է գիտական և կիրառական զգալի արժեք ունեցող աշխատություն, որը սակայն զերծ չէ որոշ թերություններից: Այսպես.

- Բաբերի և Վիվերի աշխատանքի (145 հղում) հիման վրա օգտագործված բեկման ցուցչի ալիքի երկարությունից կախվածության փոխարեն, ավելի նպատակահարմար կլիներ դիտարկել ատենախոսությունում դիտարկված թաղանթների հաստություններին համապատասխան արդյունքները:



- Օգտակար կլինեն նաև ուսումնասիրել տաքացման երևույթի ազդեցությունը ոսկուց պատրաստված դիմերների օպտիկական հատկությունների վրա:
- Նշենք, որ ատենախոսությունում առկա են նաև տեխնիկական բնույթի վրիպակներ, ինչպիսիք են, օրինակ, էջերի համարակալման խախտումները, տողերի դասավորության խնդիրները, նկարների գունային խախտումները (տես Նկար 3.6) և այլն: Նշված դիտողություններն, այնուամենայնիվ, չեն կրում սկզբունքային բնույթ և չեն նսեմացնում աշխատանքի արժեքն ու դրա վերաբերյալ դրական կարծիքը: Աշխատանքում ստացված արդյունքների հավաստիությունը կասկած չի հարուցում:

Աշխատանքի համապատասխանությունը ՀՀ ԲԿԳԿ-ի պահանջներին

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

Հրապարակումները

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրապարակվել են հեղինակի 4 գիտական հոդվածներում: Մեղմագիրն ամբողջովին համապատասխանում է ատենախոսությանը և արտացոլում է դրա հիմնական դրույթները:

Ատենախոսության արդյունքները կարող են օգտագործվել Երևանի պետական համալսարանի Ֆիզիկայի ինստիտուտում, 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 Դավիթ Արմենի Մանուկյանի «Ոչ գծային և թունելային պրոցեսները ռեզոնանսային տարրերով



երկշերտ մետամակերևութներում» թեմայով թեկնածուական ատենախոսությունն իրենից ներկայացնում է հիմնավոր և ավարտուն գիտական աշխատանք: Այն լիովին բավարարում է ՀՀ ԲԿԳԿ-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 Հայ-ռուսական համալսարանի Ընդհանուր ֆիզիկայի և քվանտային նանոկառուցվածքների և Հեռահաղորդակցությունների ամբիոնների ընդհանուր ընդլայնված սեմինարին՝ 2026 թ. ապրիլի 17-ին: Աշխատանքի քննարկմանը մասնակցել են 18 անձ՝ ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս, ֆ.մ.գ.դ., պրոֆեսոր Է.Մ. Ղազարյանը, տ.գ.դ., պրոֆեսոր Վ.Հ. Ավետիսյանը ֆ.մ.գ.դ., դոցենտ Դ.Բ. Հայրապետյանը, ֆ.մ.գ.թ., տ.գ.թ., դոցենտ Ա.Կ. Ահարոնյանը, տ.գ.թ., դոցենտ Է.Ռ. Սիվոլենկոն, ավագ դասախոս Ա.Ա. Կոստանյանը, ֆ.մ.գ.թ., ավագ դասախոս Պ.Ա. Մանթաշյանը, ֆ.մ.գ.թ., ավագ դասախոս Յ.Յ. Բլեյանը, ֆ.մ.գ.թ., ավագ դասախոս Տ.Ա. Սարգսյանը, ֆ.մ.գ.դ., պրոֆեսոր Կ.Հ. Ահարոնյանը, ամբիոնի ավագ մենեջեր Գ.Ա. Սամվելյանը, դասախոս Ն.Յ. Գասպարյանը, ամբիոնների ասպիրանտներ և մագիստրատուրայի ուսանողներ:

Հայ-Ռուսական համալսարանի ընդհանուր
 ֆիզիկայի և քվանտային նանոկառուցվածքների
 ամբիոնի վարիչ,
 ֆ.-մ.գ.դ., դոցենտ

Դ.Բ. Հայրապետյան

Հայ-Ռուսական համալսարանի
 Հեռահաղորդակցությունների
 ամբիոնի վարիչ,
 տ.գ.թ., դոցենտ



Է.Ռ. Սիվոլենկո

Դ.Բ. Հայրապետյանի և Է.Ռ. Սիվոլենկոյի
 ստորագրությունները հաստատում եմ
 ՀՌՀ գիտ.քարտուղար, Բ.գ.թ., դոցենտ

Ռ.Ս. Կասաբաբովա