

«Հաստատում եմ»

Երևանի Պետական Համալսարանի  
բնական և ճշգրիտ մասնագիտությունների  
փոփոխությունները պրոֆեսոր Ռ. Հ. Բարխուդարյան



« 01 » նոյեմբերի 2021 թ.

**Ա Ռ Ա Ջ Ա Տ Ա Բ Կ Ա Ջ Մ Ա Կ Ե Լ Պ ՈՒ Թ Յ Ա Ն**  
**Կ Ա Լ Օ Ր Ք Ը**

Լուսինե Մկրտչի Ծառուկյանի «Ֆոտոնիկ կառուցվածքների գրառման և թեստավորման նոր եղանակներ, պիրոէլեկտրական օպտիկական սոլիտոնների գեներացում և միկրո- ու նանոմասնիկների ֆոտովոլտայիկ գերում բեսելյան փնջի միջոցով» թեմայով Ա.04.21 «Լազերային ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուական ատենախոսության վերաբերյալ

Լուսինե Մկրտչի Ծառուկյանի ատենախոսությունը գեկուցվել է ԵՊՀ Ֆիզիկայի ֆակուլտետի Օպտիկայի ամբիոնի 21.10.2021 թ. սեմինարում. որի արձանագրությունը բերված է ստորև.

**Արձանագրություն**

**ՆԵՐԿԱ ԷԻՆ՝** ԵՊՀ Ֆիզիկայի ֆակուլտետի դեկան, ֆ.մ.գ. դոկտոր, պրոֆեսոր Ռ.Ս. Հակոբյանը, ԵՊՀ Ֆիզիկայի ֆակուլտետի ֆիզիկայի գիտահետազոտական ինստիտուտի տնօրեն, օպտիկայի ամբիոնի վարիչ, ֆ.մ.գ. դոկտոր, պրոֆեսոր, Ռ.Բ. Այվերդյանը (Ալլահվերդյանը), ֆ.մ.գ. դոկտոր, պրոֆեսոր Լ.Ս. Ասլանյանը, ֆ.մ.գ. դոկտոր Ռ.Խ. Դրամիչյանը, տ.գ. թեկնածու Ա. Ա. Կիրակոսյանը, ֆ.մ.գ. թեկնածու, դոցենտ Ի.Գ. Հարությունյանը, ֆ.մ.գ. թեկնածու Մ.Մ. Սուքիասյանը, ֆ.մ.գ. թեկնածու Հ.Ա. Ղարազուլյանը, ԵՊՀ Ֆիզիկայի ֆակուլտետի կրտ. գիտաշխատող Ս.Ց. Ներսիսյանը, օպտիկայի ամբիոնի ուսումնական լաբորատորիայի վարիչ Տ.Մ. Սարուխանյանը, ԵՊՀ Ֆիզիկայի ֆակուլտետի օպտիկայի ամբիոնի ավագ լաբորանտ Ն.Ֆ. Վարդանյանը:

**ԼՄԵՑԻՆ՝** ՀՀ ԳԱԱ Ֆիզիկական հետազոտությունների ինստիտուտի հայցորդ Լ.Մ. Ծառուկյանի գեկուցումը «Ֆոտոնիկ կառուցվածքների գրառման և թեստավորման նոր եղանակներ, պիրոէլեկտրական օպտիկական սոլիտոնների գեներացում և միկրո- ու նանոմասնիկների ֆոտովոլտայիկ գերում բեսելյան փնջի միջոցով» թեմայով Ա.04.21 «Լազերային ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուական ատենախոսության վերաբերյալ:

ԵԼՈՒՅԹ ՈՒՆԵՑԱՆ՝ ֆ.մ.գ. դոկտոր, պրոֆեսոր Ռ. Բ. Ալավերդյանը, ֆ.մ.գ. դոկտոր, պրոֆեսոր Լ. Ս. Ասլանյանը, ֆ.մ.գ. թեկնածու, դոցենտ Ի. Գ. Հարությունյանը:

### Քննարկումների արդյունքում փաստեցին՝

Լուսինե Մկրտչի Ծառուկյանի ատենախոսության առարկան է հանդիսանում ֆոտոռեֆրակտիվ լիթիումի նիոբատի (LN) բյուրեղում նոր ոչ գծային օպտիկական պրոցեսների ուսումնասիրությունը և նրանց կիրառությունները: Հետազոտությունները վերաբերում են օպտիկական հոլոգրաֆիայում մեկ լազերային փնջի նոր մոտեցմանը և իրականացմանը, պիրոէլեկտրական դաշտով ղեկավարվող կորագիծ հետագծով տարածական օպտիկական սոլիտոնների գեներացմանը, մագնիսական դաշտի ազդեցությամբ հոլոգրամների չքայքայող թեստավորման նոր եղանակի մշակմանը, ինչպես նաև բեսելյան փնջով լուսամակաձված ֆոտովոլտայիկ դաշտերի միջոցով բյուրեղի մակերևույթի վրա միկրո- և նանոմասնիկների գերմանը և ղեկավարմանը:

Լուսինե Մկրտչի Ծառուկյանի ատենախոսությունը կազմված է ներածությունից, չորս գլուխներից, եզրակացությունից, գրականության և հապավումների ցանկերից:

Ներածությունում ներկայացված են աշխատանքի ինչպես արդիականությունը, նպատակն ու գիտական նորույթը, այնպես էլ նրա կիրառական նշանակությունը, պաշտպանության ենթակա հիմնական դրույթները և կառուցվածքը: Բերված է նաև ատենախոսության թեմայով հրատարակված աշխատանքների ցանկը, որն իր մեջ ներառում է 5 հոդված գրախոսվող ամսագրերում, 3 հոդված SPIE proceedings-ում, 1 հոդված Technical Digest-ում, ինչպես նաև 4 թեզիս միջազգային գիտաժողովների ժողովածուներում: Ատենախոսության ծավալը կազմում է 113 էջ, որը ներառում է 49 նկար և 4 աղյուսակ: Գրականության ցանկում բերված է 150 հղում:

Ֆոտոռեֆրակտիվ բյուրեղները լայնորեն օգտագործվում են օպտիկական հոլոգրաֆիայում, ֆոտոնիկ կառուցվածքների ձևավորման և օպտիկական սոլիտոնների գեներացման համար: Չնայած օպտիկական հոլոգրաֆիան և լույսի ինքնակիզակետումն ունեն ֆիզիկական տարբեր հենքեր, այնուամենայնիվ նրանք իրար հետ միավորվում են շատ խոստումնալից կիրառություններով, ինչպիսիք են կողավորված օպտիկական ինֆորմացիայի պահպանումն ու հասցեագրված ուղղորդումը: Դասական օպտիկական հոլոգրաֆիայում ռեֆրակտիվ ցանցերի ձևավորումը ֆոտոռեֆրակտիվ միջավայրում իրականացվում է տարածապես մոդուլացված օպտիկական ճառագայթների միջոցով, որը սովորաբար իրականացվում է առանձին երկճառագայթ կամ բազմաճառագայթ ինտերֆերենցիայի սխեմաներով: Մեկ ճառագայթի մոտեցումը օպտիկական հոլոգրաֆիայում նոր հնարավորություններ կբացի ֆոտոռեֆրակտիվ նյութերում լույսի ինսունսիվությամբ վերահսկվող ֆոտոնիկ կառուցվածքների ձևավորման և կոմպակտ ֆոտոնիկ տարբերի նախագծման համար: Օպտիկական հոլոգրաֆիայում ակտուալ խնդիր է հանդիսանում նաև ֆոտոնիկ կառուցվածքների և կողավորված ինֆորմացիայի չքայքայող թեստավորման եղանակների մշակումը: Վերջին տասնամյակում օպտիկական հոլոգրաֆիան նոր և ակտուալ զարգացում է գտել ֆոտոռեֆրակտիվ բյուրեղի մակերևույթի վրա մեծ թվով միկրո- և նանոմասնիկների գերման և ղեկավարվող տեղաշարժման համար (ֆոտովոլտայիկ լավիսներ (tweezers)):

Նշված մարտահրավերային խնդիրները, որոնք այս ատենախոսության առարկան են, բնորոշվում է սույն ատենախոսության թեմայի արդիականությունը:

Ատենախոսության 1-ին գլխում ներկայացված է 632,8 նմ ալյքի երկարությամբ և միլիվատային հզորությամբ մեկ գաուսյան փնջի տարածման վարքի ուսումնասիրությունը երկաթով լեզիրված LN բյուրեղում (LN:Fe), որի արդյունքում իրականացվել են ճառագայթի պրոֆիլում 2D միկրոմետրական չափսերի կանոնավոր օպտիկական պատկերների ձևավորման և միաժամանակ բյուրեղում ռեֆրակտիվ կառուցվածքի գրառման պրոցեսներ: Ստացված արդյունքները նոր հեռանկար են բացում մեկ լազերային ճառագայթի օգտագործմամբ օպտիկական հոլոգրաֆիայի մշակման և զարգացման համար: Մշակվել է ֆիզիկական մոդելը և կատարվել են թվային հաշվարկներ, որոնք լավ համընկնում են փորձով ստացված արդյունքների հետ:

Ատենախոսության 2-րդ գլխում ուսումնասիրված է գաուսյան փնջի միջոցով կորագիծ հետագծով տարածական սոլիտոնի ձևավորումը LN բյուրեղում: Այստեղ փորձով ցուցադրվել է ֆոտոռեֆրակտիվ LN:Fe բյուրեղում գեներացված օպտիկական սոլիտոնի հետագծի դեկավարումը պիրոէլեկտրական դաշտի միջոցով: LN:Fe բյուրեղում տարածական սոլիտոնով հարուցված կորագիծ հետագծով և երկար կյանքի տևողությամբ ալիքատարերը հեռանկարային են օպտիկական ինֆորմացիայի հասցեագրված փոխանցման համար: Փորձով ստացված արդյունքները լավ համարնկնում են թվային հաշվարկների հետ:

Ատենախոսության 3-րդ գլխում մշակվել և իրականացվել է ֆոտոռեֆրակտիվ բյուրեղներում լուսամակածված ռեֆրակտիվ կառուցվածքների չրայրայող օպտիկական թեստավորման նոր եղանակ, որը հիմնված է արտաքին մագնիսական դաշտի կիրառման վրա: Մագնիսադիմադրության երևույթը LN:Fe բյուրեղում, որը պայմանավորված է մագնիսական դաշտում փոքր պոլյարոնների թռիչքաձև տեղաշարժմամբ, բացատրում է ջնջման ժամանակի աճը: Մագնիսական դաշտի կիրառմամբ ֆոտոնիկ կառուցվածքների չրայրայող օպտիկական թեստավորման նոր եղանակը խոստումնալից է ֆոտոնային սարքերում կիրառությունների համար և ունի հեշտությամբ իրագործվելու առավելություն:

Ատենախոսության վերջին 4-րդ գլխում առաջարկվել և իրականացվել է նոր մոտեցում ֆոտոռեֆրակտիվ բյուրեղի մակերևույթի վրա լուսամակածված ֆոտովոլտայիկ դաշտի միջոցով միկրո- և նանոօբյեկտների արդյունավետ գերման և դեկավարվող տեղաշարժման համար՝ օգտագործելով բեսելյան փնջի տեխնիկան: Բարձր կոնտրաստով 2D ֆոտովոլտայիկ դաշտը, որն առաջանում է LN:Fe բյուրեղի մակերևույթի վրա օպտիկական բեսելյան փնջի ազդեցությամբ, սպահովում է դիէլեկտրիկ  $\text{CaCO}_3$  միկրոմասնիկների և գլիցերինում դիսպերսված Ag նանոմասնիկների արդյունավետ գերումը բեսելյան ցանցի համակենտրոն օղակների երկայնքով: Բեսելյան փնջի տեխնիկայի և LN:Fe բյուրեղի վրա հիմնված ֆոտովոլտայիկ լավիտները խոստումնալից են lab-on-a-chip սարքերի մշակման և իրական ժամանակում տարբեր միկրո- և նանոօբյեկտների գերման և դեկավարման ուսումնասիրությունների համար: Ֆոտովոլտայիկ լավիտները լայն հեռանկարներ ունեն ֆոտոնիկայի, ինտեգրված օպտիկայի, կենսաբանական օբյեկտների հետազոտման և կենսատեխնոլոգիայի ոլորտներում:

Եզրակացությունը պարունակում է ստացված արդյունքների հակիրճ նկարագրությունը և աշխատանքի կիրառական նշանակությունը:

### Աշխատանքի ընդհանուր գնահատականը

Այսպիսով կարելի է փաստել, որ ստենախոսության շրջանակներում կատարված է մեծ ծավալի և բարձր մակարդակի փորձարարական աշխատանք, ստենախոսության թեման արդիական է, աշխատանքում բերված են հավաստի փորձարարական արդյունքներ, որոնք հիմնավորված են առաջարկված ֆիզիկական սողելների և թվային հաշվարկների միջոցով: Դրանք իրենցից ներկայացնում են ինչպես գիտական, այնպես էլ կիրառական նշանակություն: Աշխատանքի արդյունքները կարող են կիրառություններ գտնել ՀՀ ԳԱԱ ՖՀԻ-ում, ԵՊՀ-ում և աշխարհի բոլոր այն գիտական կենտրոններում, որոնք զբաղվում են ֆոտոնիկայի հիմնարար և կիրառական խնդիրներով, կոմպակտ ֆոտոնիկ սարքերի մշակմամբ և բիոֆոտոնիկայի զարգացմամբ:

Ատենախոսությունը գերծ չէ որոշ դիտողություններից.

1. Կարծում ենք՝ 3-րդ գլխի 3.1 պարագրաֆում կարելի էր ավելի մանրամասն ներկայացնել պոլյարոնների դերը LN:Fe բյուրեղում հոլոգրամների գրառման համար, քանի որ մագնիսական դաշտում չքայքայող թեստավորման հետագա շարադրանքը հիմնված է պոլյարոնների հասկացության վրա:
2. Ատենախոսության մեջ բերված չէ ֆոտովոլտայիկ դաշտով (10<sup>7</sup> Վ/մ) պայմանավորված դիելկտրոֆորետիկ ուժի արժեքը: Կարծում ենք՝ ճիշտ կլիներ այդ արժեքի բերումը, քանի որ նրա մասին խոսվում է 4-րդ գլխում, որը նվիրված է ֆոտոռեֆրակտիվ LN:Fe բյուրեղի մակերևույթի վրա միկրո- և նանոմասնիկների ֆոտովոլտայիկ գերման և դեկավարման ուսումնասիրություններին:

Սակայն նշված դիտողությունները չեն վերաբերվում պաշտպանությանը ներկայացված հիմնական դրույթներին, ուստի չեն նսեմացնում աշխատանքի արժեքն ու դրա վերաբերյալ դրական կարծիքը: Աշխատանքում ստացված արդյունքները հավաստի են և կարևոր:

Ատենախոսությունն իր արդիականությամբ, ծավալով, գիտական նորությամբ, կիրառական նշանակությամբ և հիմնական արդյունքների կարևորությամբ համապատասխանում է ՀՀ ԲՈԿ-ի կողմից թեկնածուական ստենախոսություններին ներկայացվող բոլոր պահանջներին: Սեղմագիրն ամբողջովին համապատասխանում է ստենախոսությանը և արտացոլում է դրա հիմնական դրույթները:

### Եզրակացություն

Ելնելով վերը շարադրվածից՝ կարելի է եզրակացնել, որ Լուսինե Մկրտչի Մառուկյանի «Ֆոտոնիկ կառուցվածքների գրառման և թեստավորման նոր եղանակներ, պիրոէլեկտրական օպտիկական սոլիտոնների գեներացում և միկրո- ու նանոմասնիկների ֆոտովոլտայիկ գերում բեսելյան փնջի միջոցով» թեմայով Ա.04.21 - «Լազերային ֆիզիկա» մասնագիտությամբ թեկնածուական ստենախոսությունն 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.04.21 - «Լազերային ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի աստիճանի շնորհմանը:

Հաշվի առնելով վերոնշյալը՝

ՈՐՈՇԵՑԻՆ՝ հաստատել Լուսինե Մկրտչի Օտուկյանի «Ֆոտոնիկ կառուցվածքների գրառման և թեստավորման նոր եղանակներ, պիրոէլեկտրական օպտիկական սոլիտոնների զեներացում և միկրո- ու նանոմասնիկների ֆոտովոլտայիկ գերում բեսեյան փնջի սիջոցով» թեմայով Ա.04.21 «Լազերային ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուական ատենախոսության վերաբերյալ վերը շարադրված կարծիքը:

Օպտիկայի ամբիոնի վարիչ, ՖԳՀԻ տնօրեն

Ֆ.մ.գ.դ., պրոֆեսոր՝

Ռ. Բ. Ալավերդյան

Ռ. Բ. Ալավերդյանի ստորագրությունը հաստատում եմ՝

ԵՊՀ գիտքարտուղար

Լ.Ս. Հովսեփյան

01.11.2021 թ

