

Հաստատում եմ



Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի գիտության և գիտատեխնիկական համագործակցության գծով պրոռեկտոր՝

Մ. Գ. Գրիգորյան

«11» նոյեմբերի 2020թ.

**ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԾԻՔ**

Տիգրան Անդրանիկի Զալինյանի «Էլեկտրոնի ցանցային շարժունակության աղմուկները բևեռային կիսահաղորդիչներում» թեմայով Ա.04.10 «Կիսահաղորդիչների ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության վերաբերյալ

**Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը**

Տ.Ա. Զալինյանի ատենախոսական աշխատանքը նվիրված է ծավալային կիսահաղորդիչներում էլեկտրոն - ֆոնոն ցրումներով պայմանավորված էլեկտրոնի շարժունակության ֆլուկտուացիաների տեսական ուսումնասիրությանը և որոշակիորեն կապված է կիսահաղորդիչներում հոսանքի ցածրհաճախային 1/f (Ֆլիկեր) աղմուկների առաջացման մեխանիզմի բացահայտման խնդրի հետ:

Աղմուկների ուսումնասիրությունը հետաքրքրական է ոչ միայն ֆիզիկայի և վերջինիս ենթաճյուղերի, այլ նաև բժշկության, էկոլոգիայի և շատ այլ բնագավառների համար: Աղմկային դիագնոստիկան և սպեկտրոսկոպիան հանդիսանում են ժամանակակից էլեկտրոնային սարքավորումների հուսալիության, որակի ստուգման, կիսահաղորդչի ֆիզիկական պարամետրերի ճշգրիտ չափման առաջատար գործիքներ: Աղմուկների տեսակների մեջ յուրահատուկ տեղ են զբաղեցնում 1/f աղմուկները: Սակայն ցածրհաճախային աղմուկների առաջացման մեխանիզմների հստակ մոտեցում մշակված չէ: Այդ տեսակետից ատենախոսության թեման արդիական է:

**Ատենախոսության կառուցվածքը և բովանդակությունը**

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, չորս զլուխներից, եզրակացությունից, հավելվածից և հղումների 85 անուն գրականության ցանկից:

Աշխատանքի ընդհանուր ծավալը կազմում է 118 էջ, որը ներառում է 30 նկար և 1 աղյուսակ:

Ներածության մեջ համառոտ ներկայացված է ատենախոսության թեմայի արդիականությունը, ձևակերպված է աշխատանքի հիմնական նպատակը, ստացված արդյունքների գիտական նորույթը, կիրառական նշանակությունը և պաշտպանության ներկայացվող հիմնական գիտական դրույթները:

Առաջին գլխում ներկայացված է ատենախոսության թեմայի շուրջ գիտական գրականության համառոտ ակնարկն ու վերլուծությունը: Ներկայացված են կիսահաղորդիչներում հոսանքի ցածրհաճախային, այդ թվում՝ ֆիլկեր աղմուկների հիմնական հատկությունները և ֆիզիկական մոդելները, էլեկտրոնի ցանցային շարժունակության ջերմային ֆլուկտուացիաների մեխանիզմները և աղբյուրները, էլեկտրոն-ֆոնոն ԴԻԹ ցրումների տեսության հիմնական դրույթներն ու ներկա արդյունքները, հոմոպոլյար կիսահաղորդիչներում շարժունակության աղմուկի դիսպերսիայի և սպեկտրալ խտության համար ստացված հիմնական արդյունքները, էլեկտրոն-բևեռային օպտիկական ֆոնոն ցրումների «ստանդարտ» տեսությունը, ինչպես նաև բևեռային կիսահաղորդիչներում հոսանքի ցածրհաճախային աղմուկների Հուգի գործակցի ջերմաստիճանային կախման փորձարարական հայտնի արդյունքները: Ձևակերպված են եզրակացությունները և աշխատանքի հիմնական նպատակներն ու քննարկվող խնդիրները:

Երկրորդ գլխում ներկայացված են էլեկտրոն-բևեռային օպտիկական ֆոնոն ԴԻԹ ցրման հավանականության համար նախապես ստացված արտահայտության և վերջինիս կիրառելիության վերլուծությունը, ցրման ժամանակի հաշվարկը թույլ էլեկտրական դաշտերի դեպքում, ցրման ժամանակի թվային հաշվարկը GaAs-ի համար: Ստացված արդյունքների և կատարված հաշվարկների հիման վրա ներկայացված է ցրման ժամանակի հիմնական առանձնահատկությունների վերլուծությունը:

Երրորդ գլխում ներկայացված են բևեռային կիսահաղորդիչներում ցանցային ցրումներով պայմանավորված էլեկտրոնի շարժունակության աղմուկի հարաբերական դիսպերսիան, վերջինիս՝ էլեկտրական դաշտից կախման թվային հաշվարկը GaAs-ի համար  $T = 300$  Կ ջերմաստիճանում, GaAs-ում շարժունակության աղմկային գործակցի ջերմաստիճանային կախման թվային հաշվարկը ջերմաստիճանների  $300 \div 80$  Կ տիրույթում, ինչպես նաև վերջինիս համեմատությունը հոսանքի ցածրհաճախային

աղմուկի Հուզի գործակցի ջերմաստիճանային կախման համար մասնագիտական գրականությունից հայտնի փորձարարական տվյալների հետ:

Չորրորդ գլխում նախ համառոտ ներկայացված են կիսահաղորդիչներում հոսանքի հավասարակշիռ ֆլուկտուացիաները, դրանց առաջացման հիմնական մեխանիզմներն ու հատկությունները: Այնուհետև, լիցքակիրների բաշխման ֆունկցիայի ֆլուկտուացիայի մոդելի շրջանակներում ցույց է տրված էլեկտրոնների բաշխման ֆունկցիայի ֆլուկտուացիաների և շարժունակության ֆլուկտուացիաների միջև կապը: Ներկայացված են էլեկտրոնների հավասարակշիռ բաշխման ֆունկցիայի սիմետրիկ բաղադրիչի ֆլուկտուացիայի ժամանակային մարման, այն է՝ k-տարածությունում էլեկտրոնի դիֆուզիոն շարժման հավասարման ստացումը և վերլուծությունը, ինչպես նաև այդ հավասարման հիման վրա էլեկտրոնի շարժունակության ֆլուկտուացիաների ժամանակային կախումն արտահայտող հավասարման ստացումն ու վերլուծությունը: Ստացված արդյունքների հիման վրա ցույց է տրված, որ գծային մոտավորության շրջանակներում էլեկտրոնի ցանցային շարժունակության ֆլուկտուացիաները չեն մարում:

Ատենախոսության ընդհանուր եզրահանգումների ներքո ներկայացված են ատենախոսության հիմնական արդյունքներից բխող եզրակացությունները:

#### Ստացված արդյունքների հավաստիությունը

Ատենախոսության մեջ օգտագործվել են կիսահաղորդիչների ֆիզիկայում լայնորեն կիրառվող տեսական հետազոտման ժամանակակից մեթոդներ և ստացված արդյունքների հավաստիությունը կասկած չի հարուցում:

Հրապարակումները: Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրապարակվել են հեղինակի 6 գիտական աշխատանքներում:

#### Գիտական նորույթը

1. Ցույց է տրվել, որ բնեռային կիսահաղորդիչներում էլեկտրական դաշտի ազդեցությամբ գոտիների թեքման հետևանքով հնարավոր են դառնում օպտիկական ֆոնոնի էներգիայից փոքր էներգիայով էլեկտրոնի ֆոնոնի առաքմամբ ընթացող էլեկտրոն-բնեռային օպտիկական ֆոնոն ցրումները: Դրա հետևանքով ցրման տեմպի



(ցրման ժամանակի) էլեկտրոնի էներգիայից կախման կորի վրա ֆոնոնի էներգիային համապատասխանող կետում առկա կոտրվածքը վերանում է:

2. GaAs-ի օրինակով ցույց է տրվել, որ բևեռային կիսահաղորդիչներում էլեկտրոնի ցանցային շարժունակության հարաբերական դիսպերսիան էլեկտրական դաշտի աճին զուգահեռ նվազում է լոգարիթմական օրենքով:

3. Հաշվարկվել է GaAs-ում ցանցային ցրումներով պայմանավորված էլեկտրոնի շարժունակության աղմուկի աղմկային գործակցի ջերմաստիճանային կախումը, որն ինչպես որակական, այնպես էլ քանակական լավ համապատասխանության մեջ է հոսանքի ցածրահաճախային աղմուկի Հուգի գործակցի ջերմաստիճանային կախման համար գրականությունից հայտնի փորձարարական արդյունքների հետ:

4. Ցույց է տրվել, որ էլեկտրոնի շարժունակության հավասարակշիռ ֆլուկտուացիաները պայմանավորված են հաղորդականության զոտոբնակեցվածության ֆլուկտուացիաների միայն սիմետրիկ բաղադրիչով:

5. էլեկտրոն-ֆոնոն փոխազդեցությամբ պայմանավորված էլեկտրոնի «շարժումը» էներգիայի առանցքով իրենից ներկայացնում է միաչափ դիֆուզիա k-տարածությունում: Վերջինս բնութագրող էլեկտրոնների հավասարակշիռ բաշխման ֆունկցիայի ֆլուկտուացիաների սիմետրիկ բաղադրիչի ժամանակային կախման համար ստացված հավասարման հիման վրա ցույց է տրվել, որ զծային մոտավորության շրջանակներում էլեկտրոնի ցանցային շարժունակության ֆլուկտուացիաները ժամանակի ընթացքում չեն մարում և բնութագրվում են ստոխաստիկ հարմոնիկ ֆունկցիայով:

### **Աշխատանքի կիրառական նշանակությունը**

էլեկտրոն-բևեռային օպտիկական ֆոնոն ԴԻԹ ցրման ժամանակի համար ստացված արդյունքները կարող են օգտագործվել բևեռային կիսահաղորդիչներում էլեկտրական դաշտի ազդեցության ներքո ֆոնոնային ցրումների մեխանիզմների հետազա ուսումնասիրության համար, ինչն էլ իր հերթին կարող է նպաստել հոսանքակիրների շարժունակության և շարժունակության ֆլուկտուացիաների տեսության հետազա զարգացմանը:

### **Աշխատանքում նկատված թերությունները**

Բնութագրելով Տ.Ա. Զալինյանի ատենախոսությունը, պետք է նշել որոշ թերություններ:

1. Էլեկտրոն-բևեռային օպտիկական ֆոնոն ԴԻԹ ցրման տեմպի, շարժունակության աղմուկի հարաբերական դիսպերսիայի և աղմկային գործակցի թվային հաշվարկները ներկայացված են միայն GaAs-ի համար: Ցանկալի կլիներ, որ զարգացված մոտեցումների շրջանակներում կատարվեին հաշվարկներ նաև այլ (օրինակ՝ InSb, InP և այլն) բևեռային կիսահաղորդչի համար:

2. Շարժունակության աղմկային գործակցի ջերմաստիճանային կախման համար տեսականորեն ստացված արդյունքները համեմատված չեն այլ տեսական մոդելների հիման վրա ստացված արդյունքների հետ:

3. Աշխատանքում ներկայացված է k-տարածությունում էլեկտրոնի դիֆուզիոն շարժման վերլուծությունը միայն էլեկտրոն-ակուստիկական ֆոնոն ցրումների դեպքում: Եզրահանգումների լիարժեքության համար անհրաժեշտ էր դիտարկել նաև օպտիկական ֆոնոնների դեպքը:

4. 4-րդ գլխում քննարկված խնդիրները և ստացված արդյունքները գծային մոտավորության շրջանակներում են: Ցանկալի կլիներ քննարկել ոչ գծային մոտավորության դեպքը:

5. Ատենախոսության մեջ առկա են տպագրական և խմբագրական բնույթի թերություններ:

Աշխատանքը ձևակերպված է հստակ, պատշաճ մակարդակով, լուսաբանված է գրաֆիկներով:

### Եզրակացություն

Սեղմագիրը համապատասխանում է ատենախոսության բովանդակությանը: Տ.Ա. Զալինյանի «Էլեկտրոնի ցանցային շարժունակության աղմուկները բևեռային կիսահաղորդիչներում» թեմայով թեկնածուական ատենախոսությունն ավարտուն գիտական աշխատանք է, որը կատարված է բարձր գիտական մակարդակով և ունի տեսական ու կիրառական նշանակություն: Այն համապատասխանում է Ա.04.10 «Կիսահաղորդիչների ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ՀՀ ԲՈԿ-ի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, իսկ հեղինակը արժանի է ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Ատենախոսությունը քննարկվել և հավանության է արժանացել Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի «Միկրոէլեկտրոնիկա և կենսաբժշկական

սարքեր» ամբիոնի 2020թ. նոյեմբերի 11-ին կայացած № 06 ընդլայնված նիստում: Ներկա էին 14 անձ՝ Մ և ԿԲՍ ամբիոնի վարիչի պաշտոնակատար՝ տ.գ.դ., պրոֆեսոր Օ.Հ. Պետրոսյանը, տ.գ.դ., պրոֆեսոր Գ.Շ. Շմավոնյանը, տ.գ.թ., դոցենտ Ա.Ս. Զադոյանը, ֆ.մ.գ.թ., դոցենտ Ժ.Գ. Դոխոյանը, տ.գ.թ., դոցենտ Մ.Ա. Մուրադյանը, տ.գ.թ., դոցենտ Ն.Վ. Մարտիրոսյանը, տ.գ.թ., դոցենտ Գ.Շ. Մելիքյանը, ֆ.մ.գ.թ., դոցենտ Ս.Տ. Մուրադյանը, դասախոս Մով.Ա. Մուրադյանը, տ.գ.թ., դոցենտ Ն.Բ. Ավդալյանը, տ.գ.թ., դոցենտ Ա.Ա. Վարդանյանը, «Կապի համակարգեր» ամբիոնի վարիչի պաշտոնակատար՝ տ.գ.դ., պրոֆեսոր Ս.Խ. Խուդավերդյանը, տ.գ.դ., դոցենտ Մ.Ց. Այվազյանը, տ.գ.թ., դոցենտ Գ.Ե. Այվազյանը:

ՀԱՊՀ-ի «Միկրոէլեկտրոնիկա  
և կենսաբժշկական սարքեր»  
ամբիոնի վարիչի պաշտոնակատար՝  
տ.գ.դ., պրոֆեսոր

Օ.Հ. Պետրոսյան

Օ.Հ. Պետրոսյանի ստորագրությունը հաստատում եմ,  
ՀԱՊՀ գիտական քարտուղար  
տ.գ.թ., դոցենտ



Հ.Ա. Բալաբանյան