

ՀԱՍՏԱՏՈՒՄ ԵՄ

«Երևանի կապի միջոցների ԳՀԻ» ՓԲԸ

տնօրեն, տ.գ.դ., պրոֆեսոր

Մ.Վ.Մարկոսյան

«19» հունիս 2020թ



**ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԾԻՔ**

Արթուր Արայիկի Պետրոսյանի «Ռադիացիոն ճառագայթման նկատմամբ կայուն թվային ինտեգրալ սխեմաների նախագծման միջոցների մշակումը» թեմայով, Ե.27.01 - «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության վերաբերյալ:

**Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը:**

Ռադիացիոն ճառագայթման նկատմամբ կայուն ինտեգրալ սխեմաները (ԻՍ) լայնորեն կիրառվում են ռազմական, ավիացիոն և միջուկային տեխնիկաներում: Հաշվի առնելով դրանց նախագծման առանձնահատկությունները և կիսահաղորդչային տեխնոլոգիաների զարգացմանը համահունչ պարամետրերի ապահովման անհրաժեշտությունը՝ այսպիսի ԻՍ-երը համարվում են նախագծման տեսանկյունից ամենամարտահրավերայինը: Այսպիսի ԻՍ-ում ոչ ճշգրիտ մոդելավորման կամ համապատասխան լուծումների բացակայության հետևանքով կարող են առաջանալ տարատեսակ անսարքություններ՝ տվյալների կորուստ, աղավաղում կամ ԻՍ-ի չվերականգնվող խափանումներ, որոնք կարող են պատճառ հանդիսանալ անդառնալի հետևանքների:



Վերոգրյալը հաշվի առնելով՝ ԻՍ-եր նախագծող առաջատար կազմակերպությունները իրականացրել են բազմաթիվ միջոցառումներ, որոնց նպատակն է բարձրացնել կատարվող մոդելավորման ճշգրտությունը: Սակայն այդպիսի գերճշգրիտ մոդելավորման հետևանքով կտրուկ մեծացել է մոդելավորման ժամանակը: Վերջինիս հետևանքով բարձրացել է այդ ԻՍ-երի ինքնարժեքը, ինչպես նաև ամբողջական համակարգերի արտադրման կամ արդիականացման ժամանակահատվածը:

Ատենախոսության նպատակն է ուղիացիոն ճառագայթման նկատմամբ այնպիսի կայուն թվային ԻՍ-երի նախագծման միջոցների մշակումը, որոնք թույլ կտան էականորեն նվազեցնել այդպիսի սխեմաների նախագծման համար անհրաժեշտ ժամանակահատվածը՝ առանց ուղիացիոն կայուն համակարգերի հուսալիության ցուցանիշների անկման: Նման տեսակետից խնդիրը հանդիսանում է խիստ արդիական:

**Ատենախոսության բովանդակությունը, արդյունքների և եզրակացությունների հավաստիությունը, դիտողություններ ձևավորման վերաբերյալ:**

Ատենախոսությունը շարադրված է հայերեն, համակարգչային տեքստի 152 էջի վրա: Այն պարունակում ներածություն, 3 գլուխ, 4 հավելվածներ, եզրակացություն, օգտագործված գրականության ցանկ, որը ներառում է 93 անուն:

**Գլուխ 1-ում** ներկայացված են ուղիացիոն ճառագայթման նկատմամբ կայուն թվային ԻՍ-երի նախագծման առկա միջոցները, դրանց առավելությունները և թերությունները, նկարագրված թերությունների բարելավման կարևորությունը, ինչպես նաև այդ թերությունների հետևանքով ի հայտ եկող բացասական հետևանքները: Հիմնավորված են այդ թերությունների բացասական ազդեցությունները ժամանակակից կոմպլեմենտար մետաղ-օքսիդ-կիսահաղորդիչ (ԿՄՕԿ) ԻՍ-երի ուղիացիոն կայունության բարձրացման գործընթացում և այդ ազդեցությունների նվազեցման միջոցների մշակման անհրաժեշտությունը:



**Գլուխ 2-ում** ներկայացված են առաջարկվող մշակված միջոցներն ու եղանակները: Դրանք են՝

- Ռադիացիոն ճառագայթման ազդեցությունը հաշվի առնող համակցական թվային տարրերի հապաղումների հաշվարկման միջոցը.
- Ռադիացիոն ճառագայթման հաշվառմամբ հետադարձ կապով թվային տարրերում ժամանակային խախտումների մոդելավորման մեթոդը.
- Հետադարձ կապով թվային տարրերում ռադիացիոն ճառագայթման հետևանքով տվյալների կորստի մոդելավորման առաջարկվող եղանակը.

**Գլուխ 3-ում** ներկայացված է մշակված Radiation Effects Simulator ավտոմատացված նախագծման ծրագրային միջոցը, որն իրենից ներկայացնում է մշակված մեթոդների կիրառմամբ ինտեգրալ սխեմաներում ռադիացիոն ճառագայթման մոդելավորման և կայուն սխեմաների նախագծման գործիք: Նշված ծրագրային միջոցը ապահովում է ռադիացիոն կայուն թվային ինտեգրալ սխեմաների նախագծման գործընթացում ճառագայթման մոդելավորման վրա ծախսվող ժամանակի կրճատում. համակցական տարրերում առնվազն 6, հետադարձ կապով թվային շղթաներում՝ 5, իսկ տվյալների պահպանման շղթաներում՝ 5 - 6 անգամ՝ միջինում առաջացնելով նմանակման մոտ 9,25% ճշտության կորուստ:

**4 հավելվածներում** ներկայացված են ներդրման ակտը, ծրագրային գործիքի՝ C++ լեզվով նկարագրությունը, մոդելավորված թվային սխեմաների Verilog կոդը, ատենախոսության մեջ ներկայացված նկարների, աղյուսակների և հապավումների ցանկերը:

**Ատենախոսության գիտական արդյունքների նորույթը և հիմնավորվածությունը:**

- Ա.Ա. Պետրոսյանի կողմից որպես գիտական նորույթներ կարելի է ընդգծել հետևյալը՝
1. ստեղծվել է ռադիացիոն ճառագայթման ազդեցությունը հաշվի առնող համակցական թվային տարրերի հապաղումների հաշվարկման միջոց, որը տարածման հապաղման



- անալիտիկ մոդելների շնորհիվ՝ ապահովում է ինտեգրալ սխեմաների նախագծման գործընթացում ճառագայթման մոդելավորման տևողության մոտ 6 անգամ կրճատում՝ 9%-ը չգերազանցող նմանակման ճշտության կորստի հաշվին,
2. առաջարկվել է հետադարձ կապով թվային տարրերում տեղակայման, պահպանման և հապաղման ժամանակների խախտումների հաշվարկման մեթոդ, որը անալիտիկ մոդելների կիրառման շնորհիվ՝ մոտ 5-6 անգամ կրճատում է ինտեգրալ սխեմաների նախագծման գործընթացում նշված խախտումների մոդելավորման տևողությունը՝ ի հաշիվ ճշտության համապատասխանաբար 7%-ը, 5,6%-ը և 3%-ը չգերազանցող կորստի,
  3. մշակվել է հետադարձ կապով թվային տարրերում ռադիացիոն ճառագայթման հետևանքով տվյալների կորստի մոդելավորման մեթոդ: Այդ մեթոդը փականային մակարդակի նկարագրությունում, ժամանակային խախտումների և վիճակների փոխանջատման մոդելների կիրառման շնորհիվ, ապահովում է ինտեգրալ սխեմաների նախագծման գործընթացում ճառագայթման մոդելավորման վրա ծախսվող ժամանակի կրճատում 2-3 անգամ՝ ի հաշիվ մոտ 3-4% ճշտության կորստի:

Գիտական նորույթները հավաստի են, հիմնավորված են տեսական և փորձարարական մոդելավորման արդյունքներով, տպագրված են միջազգային հրատարակություններում, իսկ մշակված ծրագրային միջոցը ներդրված է «Սինոփսիս Արմենիա» ՓԲԸ-ում և օգտագործվում է ռադիացիոն ճառագայթման նկատմամբ կայուն թվային ինտեգրալ սխեմաների նախագծման գործընթացում:

### **Գիտության ու արտադրության ոլորտներում ստացված արդյունքերի**

#### **կարևորությունը:**

Ա.Ա. Պետրոսյանի կողմից առաջարկված ռադիացիոն ճառագայթման նկատմամբ կայուն թվային ինտեգրալ սխեմաների նախագծման միջոցները համապատասխանում են ժամանակակից ռադիացիոն կայուն սխեմաների նախագծմանը առաջադրվող պահանջներին: Ի տարբերություն գրականության մեջ առկա լուծումների, հեղինակին



հաջողվել է ստեղծել այնպիսի նոր լուծումներ, որոնք ապահովում են նախագծման գործընթացի զգալի կրճատում: Պետք է նշել, որ աշխատանքում ներկայացված բոլոր նորույթները կարելի է կիրառել տարբեր տեխնոլոգիական գործընթացների դեպքում: Այսպիսով, կատարված աշխատանքի շնորհիվ հնարավորություն է տրվում բարձրացնել ճառագայթման նկատմամբ կայուն թվային ինտեգրալ սխեմաների նախագծման գործընթացի արդյունավետությունը, որի արդյունքում կնվազի ԻՍ-երի ինքնարժեքը:

Մշակված Radiation Effects Simulator ծրագրային միջոցի շնորհիվ առաջարկված մեթոդները իրագործելու հնարավորություն է ստեղծվել: Ծրագրային միջոցի կիրառմամբ նախագծվել են մի շարք թվային սխեմաներ, հետազոտվել են դրանցում ճառագայթման հետևանքով ժամանակային պարամետրերի և հիշողության կորստի խախտումները: Նշված փորձարկումների արդյունքում գրանցվել է ծրագրային միջոցի արդյունավետությունը, ինչի շնորհիվ այն ներառված է «Սինոփսիս Արմենիա» ընկերության ծրագրային գործիքների ցանկում:

### **Նկատված թերությունները**

1. Ատենախոսության մեջ կատարված են հետազոտություններ տեխնոլոգիական գործընթացի տիպային դեպքի համար: Ցանկալի կլիներ ներկայացնել նաև առաջարկված լուծումների արդյունավետության գնահատում տեխնոլոգիական գործընթացի այլ հնարավոր շեղումների դեպքում:

2. Ըստ ԻՍ-եր արտադրող ընկերությունների կողմից կատարված հրապարակումների՝ ներկայումս այդ սխեմաներում տրանզիստորների նվազագույն չափերը հասել են մինչև 5 նմ-ի: Ատանախոսության շրջանակներում կատարված հետազոտությունների համար հիմք է ընդունվել պլանար 28 նանոմետրանոց ԿՄՕԿ տեխնոլոգիան: Առաջարկվում է շարունակել կատարված հետազոտությունները և անհրաժեշտության դեպքում իրականացնել այնպիսի փոփոխություններ, որոնք հնարավորություն կտան ներկայացված լուծումները կիրառելի դարձնել նաև FinFet տեխնոլոգիաներով արտադրվող ԻՍ-երի համար:



3. Սեղմագրում նկ.8-ում բերված գրաֆիկը ցույց է տալիս ազդանշանի տարածման հապաղումը կախված ճառագայթման տարբեր արժեքներից, մինչդեռ այն պետք է ներկայացնի մոդելավորման տևողությունը:

Նկատված թերությունները չեն արժեզրկում ստացված գիտական նորույթները և խոչընդոտ չեն հանդիսանում կատարված հետազոտությունների և գիտության և արդյունաբերության մեջ ունեցած ներդրման համար:

### **Եզրակացություն**

Ատենախոսությունը և սեղմագիրը կազմված և ձևավորված են պատշաճ մակարդակով, սեղմագիրը ճիշտ է արտահայտում ատենախոսության մեջ ներկայացված հիմնական դրույթները: Կատարված է ծավալուն աշխատանք, իսկ թեման արդիական է: Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրատարակված են հեղինակավոր գիտաժողովներում:

Աշխատանքը ամբողջությամբ համապատասխանում է ՀՀ ԲՈԿ-ի թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող ժամանակակից պահանջներին, իսկ Արթուր Արայիկի Պետրոսյանը արժանի է Ե.27.01- «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Ա.Պետրոսյանի ատենախոսությունը զեկուցվել է Երևանի Կապի Միջոցների Գիտահետազոտական Ինստիտուտի ընդլայնված առցանց գիտական սեմինարում՝ կայացած 2020թ. հունիսի 19-ին:

Սեմինարին ներկա էին՝

Երևանի Կապի Միջոցների Գիտահետազոտական Ինստիտուտի աշխատակիցներ  
տ.գ.դ. Մ. Մարկոսյանը, տ.գ.դ. Վ. Ավետիսյանը, տ.գ.թ. Ա. Ահարոնյանը, բաժնի  
վարիչներ՝ Հ.Մարտիրոսյանը, Ա.Մակարյանը, ճարտարագետ Ա. Սմբատյանը,



ՀԱՊՀ համալսարանի ՏՀՏԷ-ի ինստիտուտի «Ռադիոսարքավորումներ» ամբիոնի վարիչ  
Հ. Գոմցյանը, «Միկրոէլեկտրոնիկա և կենսաբժշկական սարքեր» ամբիոնի դոցենտ Հ.  
Դաշտոյանը, «Նեյշնլ Ինսթրումենթս» ՍՊԸ-ի աշխատակից Ա. Հովհաննիսյանը,  
ասպիրանտներ՝ Ռ. Ապիկյանը և Ն Եզակյանը:

ԵրԿՄԳՀԻ-ի գիտական գծով փոխտնօրեն,  
տ.գ.դ., պրոֆեսոր՝



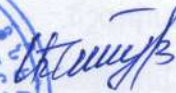
Վ. Ավետիսյան

Գիտական քարտուղար՝



Ա. Մակարյան

Ստորագրությունները հաստատում եմ՝  
կազմակերպության կադրերի բաժնի վարիչ



Ա. Նաշայան