

ՀԱՍՏԱՏՈՒՄ ԵՄ  
«Երևանի Կապի միջոցների ԳՀԻ» ՓԲԸ  
տնօրեն, տ.գ.դ. պրոֆեսոր



Մ.Վ.Մարկոսյան

«19» հունիս 2020թ.

**ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԾԻՔ**

**Ռոբերտ Կարենի Ապիկյանի** «GPS համակարգի կոդավորման արդյունավետ ալգորիթմների մշակումը և հետազոտումը» թեմայով ատենախոսական աշխատանքի գիտագործնական նշանակության վերաբերյալ՝ Ե.12.03 - «Հեռահաղորդակցական ցանցեր, սարքավորումներ և համակարգեր» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

**Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը**

Ատենախոսական աշխատանքի արդիականությունը պայմանավորված է ժամանակակից ռադիոնավիգացիոն համակարգերում նավիգացիոն ազդանշանների հայտնաբերման ժամանակի կրճատման անհրաժեշտությամբ: Աշխատանքում հետազոտվում են GPS համակարգում լայնորեն կիրառվող քվադրիպատահական կոդերի գեներատորների աշխատանքի սկզբունքը, մասնավորապես C/A (Coarse Acquisition) կոդերի գեներատորների աշխատանքը և դրա ելքային հաջորդականությունների գեներացիայի զուգահեռացման հնարավոր եղանակները: GPS համակարգում մինչ նավիգացիոն ազդանշանի հաղորդելը անտենային ազդանշանը կոդավորվում է հաղորդող արբանյակի համարին համապատասխան բարձրհաճախականային քվադրիպատահական հաջորդականություններով որոնք իրենց բնույթով հանդիսանում են յուրօրինակ ցանկացած արբանյակի համար և թույլ են տալիս ընդունիչին իդենտիֆիկացնել ընդունած նավիգացիոն ազդանշանը ըստ արբանյակի: Ազդանշանների կոդավորումը բարձրհաճախականային քվադրիպատահական հաջորդականություններով իրականացվում է երկու նպատակով, առաջինը՝ CDMA

տեխնոլոգիայի իրականացումն է, երկրորդը՝ հաղորդվող ազդանշանը տեղափոխվում է բարձր հաճախականային տիրույթ, բարձրացնելով ազդանշանի աղմկակայնությունը:

Ռ.4. Ապիկյանը իր աշխատանքում հետազոտում է քվազիպատահական հաջորդականությունների կոռելյացիոն հատկությունների բարձրացման հնարավոր եղանակները և դրանց գեներացիայի զուգահեռացման տարբերակները, որոնց օպտիմալացման դեպքում ընդունիչն ավելի արագ կկարողանա իրականացնել տեղորոշում:

Ուստի՝ ատենախոսության թեման արդիական է ժամանակակից ռադիոնավիգացիոն համակարգերի համար:

### **Ատենախոսության բովանդակությունը, ավարտվածության գնահատումը, արդյունքների և եզրակացությունների հավաստիությունը**

Ատենախոսությունը շարադրված է հայերեն, համակարգչային տեքստի 125 էջի վրա: Այն պարունակում է 75 նկար և 5 աղյուսակ, 4 գլուխ, եզրակացություն, օգտագործված գրականության ցանկ, որը ներառում է 78 անուն, հապավումների ցանկ և մեկ հավելված, որտեղ ներկայացված է աշխատանքում մշակված լուծումների ներդրման ակտը:

Ներածությունում ներկայացված են հետազոտման արդիականությունը, հիմնական նպատակը և աշխատանքի կոնկրետ խնդիրները: Դրված նպատակին հասնելն ու ներկայացված խնդիրների լուծումը հեղինակի կողմից իրականացվում է աստիճանաբար, յուրաքանչյուր գլխում կատարված հետազոտությունների միջոցով, որոնք թույլ են տալիս ստանալ գիտական նորույթ պարունակող արդյունքներ:

**Առաջին գլուխում** ներկայացված են հին և նոր սերնդի GPS համակարգին պատկանող L1, L2, L5 կրող ազդանշանների բնութագրերը և դրանցով հաղորդվող արբանյակային տվյալների կոդավորման L1C/A, L1P(Y) և L2P(Y), L2C, L5, L1C եղանակները: Վերջին ենթագլխում ներկայացվում են այլ հեղինակների կողմից մշակված ժամանակակից GPS համակարգի ընդունիչների օպտիմալացման աշխատանքների արդյունքները և հայցորդի կողմից՝ լաբորատոր միջավայրում իրականացված համակարգի ընդունիչի զգայունության փորձարարական չափումների արդյունքները: Առաջին գլխի եզրահանգմամբ հստակ ձևակերպում են ստանում համակարգի հնարավոր օպտիմալացման եղանակները, որոնք կարող են հանգեցնել ընդունիչի կողմից ավելի արագ

տեղորոշման: Առաջին օպտիմալացման եղանակը վերաբերում է համակարգում լայնորեն օգտագործվող քվադրատահական հաջորդականությունների կոռեյացիոն հատկությունների բարձրացման հնարավոր եղանակներին, որը հնարավորություն կտա ավելի արագ հայտնաբերել ցածր հզորությամբ արբանյակային ազդանշանները, իսկ երկրորդ օպտիմալացման եղանակը՝ նույն քվադրատահական հաջորդականությունների գեներատորների ելքային տվյալների գեներացման զուգահեռացմանը, որի շնորհիվ հնարավոր է ավելի արագ իրականացնել ելքային հաջորդականությունների լոկալ գեներացիան և անցնել ազդանշանների կոռեյացիայի փուլին: Առաջարկվող երկու օպտիմալացման եղանակներից յուրաքանչյուրը յուրովի կրճատում են ընդունիչի տեղորոշման համար անհրաժեշտ ժամանակահատվածը:

**Երկրորդ գլուխում** հետազոտվում է GPS համակարգում կիրառվող C/A կոդերի գեներատորի կառուցվածքը և այն կազմող ԳՀԿՏՌ-ի (գծային հետադարձ կապով տեղաշարժի ռեգիստր) աշխատանքի սկզբունքը: Հեղինակի կողմից մշակվում է ծրագրային փաթեթ, որը հնարավորություն է տալիս իրականացնել ցանկացած տեսակի և պարամետրերով ԳՀԿՏՌ-ի ելքային հաջորդականությունների գեներացիա այդ թվում նաև C/A կոդերի գեներացիա: Այս գլխում հետազոտվում են նաև համակարգում կիրառվող ազդանշանների կոռեյացիաների տեղաշարժային և շրջանաձև եղանակները և կազմվում են դրանց համապատասխան ծրագրերը, որոնց միջոցով չափվում են համակարգի առաջին և երկրորդ արբանյակների C/A քվադրատահական հաջորդականությունների փոխադարձ կոռեյացիան:

**Երրորդ գլխում** դիտարկվում են երկու արբանյակներին համապատասխան քվադրատահական հաջորդականությունների կոռեյացիոն և ավտոկոռեյացիոն հատկությունների բարձրացման եղանակները: Խնդիրը լինելով բնույթով օպտիմալացման՝ այն լուծելու համար կիրառվում է գենետիկ ալգորիթմների մեթոդը: Հեղինակի կողմից ներկայացվում է գենետիկ ալգորիթմների աշխատանքի սկզբունքը և կազմող փոփոխականներն և ֆունկցիաները: Ձևակերպվում են քվադրատահական հաջորդականությունները նկարագրող ինդիվիդուալները և դրանց համապատասխանության գործակցի հաշվարկի ֆունկցիաները, ինչպես նաև քվադրատահական հաջորդականությունների ինդիվիդուալների ընտրույթի, խաչասերման և մուտացիայի ֆունկցիաները: Արդյունքում «Java» ծրագրային լեզվով գրվում է

ծրագիր, որը հնարավորություն է տալիս իրականացնել ցանկացած երկարությամբ և քանակի, բարձր կոռելյացիոն և ավտոկոռելյացիոն պարամետրերով հաջորդականությունների գեներացիա: Նշված ծրագրում մուտքագրվում են C/A կոդերի պարամետրերը և իրականացվում է ելքային հաջորդականությունների գեներացիա: Գեներացված հաջորդականությունների համար հաշվարկվում է փոխհամարժեք կոռելյացիայի գործակիցը հեղինակի կողմից երկրորդ գլխում մշակված կոռելյացիայի ծրագրի միջոցով, երկու ազդանշանների համար ստանալով  $corr_{xy} = 0.078$ : Ստացված կոռելյացիայի գործակիցը համեմատվում է 13-րդ և 15-րդ արբանյակների C/A քվադրիպատահական հաջորդականությունների փոխհամարժեք կոռելյացիայի գործակցի հետ, որը կազմում է  $corr_{xy} = 0.081$ :

Հիմնվելով տվյալ գլխում ներկայացված հետազոտությունների և արդյունքների վրա կարելի է եզրակացնել որ հեղինակի կողմից մշակված, գենետիկ ալգորիթմների հիման վրա աշխատող ծրագիրը հնարավորություն է տալիս իրականացնել C/A քվադրիպատահական հաջորդականությունների համեմատ ավելի բարձր կոռելյացիոն պարամետրերով օժտված պատահական հաջորդականությունների գեներացում:

**Չորրորդ գլխում** հետազոտվում են Ֆիբոնաչիի և Գալուայի ԳՀԿՏՌ-ների ելքային հաջորդականությունների հատկությունները: ԳՀԿՏՌ-ների ելքային հաջորդականությունների գեներացումը հանդիսանում է գծային գործընթաց, որտեղ ԳՀԿՏՌ-ի յուրաքանչյուր բիտի արժեքը գծայնորեն կախված է իրեն նախորդող բիտի արժեքից: Նմանատիպ գծային կախվածությունը բարդացնում է ելքային հաջորդականությունների զուգահեռացման գործընթացը: Հեղինակի կողմից մշակված «LFSR State Path Generator» ծրագրի միջոցով դուրս է բերվում օրինաչափություն, որը բնութագրում է կապը ԳՀԿՏՌ-ի գեներացիայի քայլի և ԳՀԿՏՌ-ն կազմող բիտերի հետագա արժեքների միջև: Բերված օրինաչափությանը հնարավորություն է տալիս հայտնաբերել ԳՀԿՏՌ-ի հետագա քայլերին համապատասխան բիտերի արժեքները: Ստացված օրինաչափության հիման վրա մշակվում է ԳՀԿՏՌ-ի ելքային հաջորդականությունների զուգահեռ գեներացիայի ալգորիթմը: Ստացված ալգորիթմը կիրառելի է ինչպես Ֆիբոնաչիի, այնպես էլ Գալուայի ռեգիստրների համար, ռեգիստրի ցանկացած պարամետրերի դեպքում: Հեղինակի կողմից դուրս է բերվում ռեգիստրի պարամետրերից կախված զուգահեռ և հաջորդական գեներացիաների համար

պահանջվող ժամանակահատվածների հարաբարակցությունը արտահայտող բանաձևը, ինչպես նաև ապարատային սխեմաներում մեթոդի կիրառման համար անհրաժեշտ ռեգիստրների քանակի հաշվարկի բանաձևը:

**Եզրահանգմամբ** ամփոփվում են աշխատանքի շրջանակներում դիտարկված երկու՝ ըստ կոռելյացիայի և ԳՀԿՏՌ-ի զուգահեռացման օպտիմալացման եղանակների հիմնական արդյունքները:

**Արդյունքների և եզրակացությունների հավաստիությունը** ապացուցվում է տեսականորեն և պորձարարական չափումներով, իսկ ստացված արդյունքները կարելի է կիրառել հետագա ռադիոնավիգացիոն ընդունիչների մոդելավորման աշխատանքներում:

### **Հետազոտությունների և ստացված արդյունքների գիտական նորույթը**

1. Գենետիկ ալգորիթմների հիման վրա գրված ծրագիրը, որը հնարավորություն է տալիս իրականացնել փոխադարձ ցածր կոռելյացիոն հատկություններով օժտված հաջորդականությունների գեներացում:
2. Մշակված Ֆիբոնաչիի և Գալուայի գծային հետադարձ կապով ռեգիստրների ելքային հաջորդականությունների զուգահեռ գեներացման ալգորիթմը, որը հնարավորություն է տալիս ընդունիչին ավելի արագ իրականացնել ելքային հաջորդականությունների գեներացման գործընթացը:
3. Հետազոտության արդյունքում ստացված բանաձևերը, որոնցից առաջինը արտահայտում է կապը ռեգիստրի պարամետրերի և դրա էլքային հաջորդականությունների զուգահեռ գեներացման համար պահանջվող ռեգիստրների քանակի կապը, իսկ երկրորդը ռեգիստրի պարամետրերի և դրա էլքային հաջորդականությունների հաջորդական և զուգահեռ գեներացումների տևողությունների հարաբերակցությունը:
4. Զուգահեռացման մեթոդի հիման վրա իրականացվող ելքային հաջորդականությունների ընդհատումներով գեներացման եղանակը, որի օգնությամբ գեներացումն իրականանում է զուգահեռ գեներացմանը հավասար ժամանակահատվածում, սակայն մեկ ԳՀԿՏՌ-ի միջոցով:
5. Ծրագրային փաթեթը, որը պարունակում է առանձին ծրագրեր C/A կոդերի և ԳՀԿՏՌ-ների էլքային հաջորդականությունների գեներացման

համար, ինչպես նաև ազդանշանների կոռեկցիայի և բարձր կոռեկցիոն հատկություններով հաջորդականությունների գեներացման համար ծրագրեր:

**Գիտական և գործնական նշանակությունը**

Աշխատանքում ներկայացված գենետիկ ալգորիթմների հիման վրա աշխատող փոխադարձ ցածր հաջորդականություններ գեներացնող ծրագիրը, ինչպես նաև ԳՀԿՏՌ-ների ելքային հաջորդականությունների զուգահեռ և ընդհատումներով գեներացման ալգորիթմը կիրառվել են «Ռեդինետ» ՓԲԸ-ի կողմից համապատասխանաբար CDMA-տեխնոլոգիայի իրականացման և GNSS համակարգի մոդելավորման նպատակով:

Աշխատանքում ներկայացված հիմնական հետազոտական և գիտական արդյունքները տպագրված են գիտական ամսագրերում և ներկայացված են եղել մի շարք միջազգային գիտական սեմինարներում և կոնֆերանսներում, իսկ սեղմագիրը լիովին արտացոլում է ատենախոսության բովանդակությունը:

**Նկատված թերությունները**

Աշխատանքի կառուցվածքի, խմբագրման և գիտական հետազոտությունների և արդյունքների վերաբերյալ սկզբունքային դիտողություններ չկան, սակայն կարելի է նշել հետևյալը՝

1. Չնայած նրան որ ներկայացված լուծումները կիրառելի են GPS համակարգի ցանկացած ընդունիչի համար և հանդիսանում են ընդհանրական իրենց բնույթով, ցանկալի է նշել չափումներում օգտագործված GPS ընդունիչի տվյալները և մոդելը:
2. Ցանկալի էր՝ օգտագործելով ստացված լուծումները, ներկայացնել տեղորոշման համար պահանջվող ժամանակահատվածի չափումները և այլ հանրահայտ ռադիոնավիգացիոն համակարգերի համար:
3. Նկատառումների շարքին կարելի է դասել նկարների ձևավորման և տեքստի որոշակի վրիպակներ:

Սակայն նշվածը չի կրում էական բնույթ և չի նսեմացնում կատարված աշխատանքի գիտական մակարդակը:

**Եզրակացություն**

Այսպիսով, գիտական թեմայի արդիականությունը, կատարված հետազոտությունների հավաստիությունը, առաջարկվող մեթոդների

կարևորությունը և արդյունավետությունը թույլ են տալիս Ռոբերտ Կարենի Ապիկյանի «GPS համակարգի կողավորման արդյունավետ ավգորիթմների մշակումը և հետազոտումը» թեմայով ատենախոսությունը համարել կարևոր, ավարտուն գիտահետազոտական աշխատանք, կատարված պատշաճ գիտական մակարդակով: Այն լիովին համապատասխանում է ՀՀ ԲՈԿ-ի թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, իսկ հեղինակն արժանի է տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը «Հեռահաղորդակցական ցանցեր, սարքավորումներ և համակարգեր» մասնագիտությամբ ըստ Ե.12.03 դասիչի:

Ռ. Ապիկյանի ատենախոսությունը գեկուցվել 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 Ն. Եզակյանը և Ա. Պետրոսյանը:

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

Վ. Ավետիսյան

Գիտական քարտուղար՝

Ա. Մակարյան

Ստորագրությունները հաստատում են՝  
 կազմակերպության կադրերի բաժնի վարիչ



Ա. Նաշայան