

ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ ԳԵՎՈՐԳ ՍԱՀԱԿԻ

ՌԱԴԻՈԱՍՏՂԱԳԻՏԱԿԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՈՐՈՇ

ՌԱԴԻՈՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐՈՒՄ

Ա.04.03 - Ռադիոֆիզիկա մասնագիտությամբ ֆիզիկա-մաթեմատիկական  
գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ- 2017

---

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РА

ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АВETИՏԻԱՆ ԳԵՎՈՐԳ ՏԱԿՈՎԻՉ

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В НЕКОТОРЫХ  
РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических  
наук по специальности 01.04.03 – “Радиофизика ”

ЕРЕՎԱՆ – 2017

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Ռադիոֆիզիկայի և էլեկտրոնիկայի ինստիտուտում:

Գիտական ղեկավար՝	տ. գ. դ.	<b>Հ.Ա.Փիրումյան</b>
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝	Ֆ.մ. գ. դ, պրոֆ	<b>Խ.Վ. Ներկարարյան</b>
	Ֆ.մ. գ. դ, պրոֆ.	<b>Ա.Ճ.Խաչատրյան</b>
Առաջատար կազմակերպություն՝	Երևանի Կապի միջոցների գիտահետազոտական ինստիտուտ (ՓԲԸ)	

Ատենախոսության պաշտպանությունը տեղի կունենա 2017թ. հունիսի 13-ին՝ ժամը 15:00 -ին,ԲՈՀ-ի 049 ֆիզիկայի մասնագիտական խորհրդի նիստում: Հասցե՝ 0025, ք. Երևան, Ա. Մանուկյան փ. 1:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ԵՊՀ գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է 2017թ. մայիսի 10-ին:

Մասնագիտական խորհրդի  
գիտական քարտուղար՝



Ֆ.մ.գ.թ., դոցենտ  
Վ.Պ. Քալանթարյան

---

Тема диссертации утверждена в Институте радиофизики и электроники НАН РА

Научный руководитель:	д. т. н.	<b>Г. А. Пирумян</b>
Официальные оппоненты:	д.ф.м.н., проф.	<b>Х. В. Неркаряян</b>
	д.ф.м.н., проф.	<b>А.Ж. Хачатрян</b>

Ведущая организация: Ереванский научно-исследовательский институт средств связи ЗАО

Защита диссертации состоится 13-го июня 2017 г. в 15:00 часов на заседании специализированного совета ВАК по физике 049 при Ереванском государственном университете по адресу: 0025, г. Ереван, ул. А. Манукяна, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЕГУ.

Автореферат разослан 10-го мая 2017г.

Ученый секретарь  
специализированного совета:



к.ф.м.н., доцент  
В.П. Калантарян

## ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՆԿԱՐԱԳԻՐԸ

### Թեմայի արդիականությունը

Ատենախոսությունում ներառված են կարևորություն ներկայացնող խնդիրներ. հիմնված միևնույն հայեցակարգային հենքի՝ այն է հետազոտման ռադիոաստղագիտական եղանակի վրա:

Որպես գերտերություն, Ռուսաստանի Դաշնության համար կենսական անհրաժեշտություն և խիստ արդիական է ունենալ սեփական գլոբալ արբանյակային համակարգ (ԳԼՈՆԱՍՍ), որը ներառում է տարբեր ուղեծրերով շարժվող քսանչորս արբանյակներ, որոնց ղեկավարման, ուղեծրերի շտկման, հսկման նպատակով ՌԴ Իրկուտսկի մարզում և Ջելենչուկում կառուցվել են բազմահաճախային (S, X, և K տիրույթների) ռադիոդիտակներ: Հաշվի առնելով ռադիոդիտակների բնութագրերի չափման ՀՀ ԳԱԱ ՌՖԷԻ երկարամյա փորձը, ՌԴ ԳԱ Կիրառական աստղագիտության ինստիտուտի կողմից մեզ առաջարկվեց մշակել նշված ռադիոդիտակների ֆոկուսավորման և բնութագրերի չափման մեթոդ և իրականացնել այդ չափումները՝ ինչը հաջողությամբ իրականացվեց:

Ատենախոսությունում ներառված հաջորդ խնդիրն առնչվում է սեյսմիկ ցնցումների, սեյսմո-իոնոլորտային փոխառնչությունների ուսումնասիրման, երկրաշարժերի նախապատրաստման փուլում սեյսմոգեն նախանշանների տարբերակման, ի հայտ գալու հետահայաց ժամանակի, ինչպես նաև այդ նախանշանների և ռեալ ցնցումների միջև փոխկոռելիցիայի գոյության փաստի հաստատման ուսումնասիրություններին:

Սեյմիկ վտանգի էպիկենտրոնի, ուժգնության կանխատեսման, կոնկրետ նախանշանների որոշակիացման և խմբավորման խնդիրները համամարդկային են և այդ պատճառով բազմաթիվ են նշված հարցերին վերաբերվող, տարբեր երկրների գիտական կենտրոններում կատարված և կատարվող թե տեսական, թե փորձարարական հետազոտությունները և հրատարակումները: Այսօր, չնայած որոշ ձեռքբերումների, դեռ հավաստիորեն պարզված չեն սեյսմիկ ակտիվության հետևանքով տեղի ունեցող տարերային աղետների կանխորոշման ոչ միայն միանշանակ մեթոդները, այլև դրանց նախապատրաստման փուլի վերաբերյալ ճշգրիտ տվյալները: 1988 թվականի դեկտեմբերի 7-ին Հայաստանում տեղի ունեցած երկրաշարժը խլեց ավելի քան

25 հազար մարդու կյանք, իսկ մի քանի հարյուր հազարավոր մարդիկ ստացան տարբեր աստիճանի վնասվածքներ: 1920 թվականին Չինաստանում երկրաշարժի հետևանքով զոհվեց 200 հազար մարդ, 1923 թվականին Ճապոնիայում ավելի քան 100 հազար մարդ: Աղետալի երկրաշարժերի հետևանքով մեծ քանակությամբ զոհերի հանգեցրած օրինակները բազմաթիվ են: 1976 թվականին ավելի քան 250 հազար մարդու կյանք խլեց Տանշանյան երկրաշարժը Չինաստանում, 3100 մարդ զոհվեց Իտալիայում 1980 թվականին տեղի ունեցած երկրաշարժի հետևանքով, 2500-ը Իրանում 1981 թվականին: Օրինակները կարելի է անվերջ շարունակել. ահա ինչու նշված խնդիրներին միտված հետազոտությունները ցավոք, դեռ երկար կլինեն արդիական:

Կոսմիկական ռադիոաղբյուրների հոսքերի և նրանց փոփոխությունների հետազոտությունները պայմանավորված են նրանով, որ այդ աղբյուրները հանդիսանում են էտալոնային, ինչպես նաև նրանց ճառագայթման հոսքերի խտության փոփոխության բնույթը պարունակում է տեղեկատվություն, տիեզերքում տեղի ունեցող խոշորամասշտաբ երևույթների մասին, ինչով և պայմանավորված է նման հետազոտությունների արդիականությունը:

### **Ատենախոսության նպատակը**

Ատենախոսության նպատակն է հետազոտման ռադիոաստղագիտական եղանակի կիրառմամբ ուսումնասիրել մեծ հետաքրքրություն ներկայացնող խնդիրներ՝ այդ թվում ԳԼՈՆԱՍՍ համակարգի կառավարումն ապահովող ռադիոդիտակների բնութագրերի ռադիոաստղագիտական եղանակով չափման մեթոդի մշակում և վերջինների տեղակայման վայրերում չափումների իրականացում, ՀՀ Սարավանդի և ԼՂՀ Շուշիի փորձակայանների 4,2մ ալիքի երկարության ռադիոդիտակներով իրականացվող կոսմիկական ռադիոաղբյուրների ճառագայթման հոսքերի շուրջօրյա գրանցումների արդյունքների վերլուծության միջոցով առանձնացնել իոնոլորտի տեղնոգեն և սեյսմաձին անհամասեռությունները՝ վերջինների համար գտնել քանակական բնույթի հայտանիշներ և, ժամանակակից ռադիոաստղագիտական սարքավորումների և եղանակների ավելի լայն կիրառմամբ, փորձել գնահատել սեյսմաձին նախանշանների և հնարավոր երկրաշարժի միջև փոխկոռելյացիայի առկայությունը, իրականացման ժամանակը և ուժգնությունը:

Հաճախությունների նույն տիրույթում, ունենալով երկարաժամկետ ամենօրյա ռադիոաստղագիտական չափումների ծավալուն տեղեկատվական

բազա 0,01 վ ընթացքում ժամանակային ինտերվալով շարունակաբար կուտակվող և 16 կարգանիշ ունեցող ԱԹՁ (անալոգաթվային ձևափոխիչ) սարքով թվայնացված տվյալների՝ MS Origin-8 համակարգչային ծրագրով իրականացվող մաթեմատիկական հետհայաց վերլուծությունների միջոցով (ինտերֆերենցիոն հարմոնիկների նեղշերտ հաճախային զտում, աստիճանային զտում) առավել խորությամբ ուսումնասիրել Կասիոպեա-Ա ռադիոաղբյուրի ճառագայթման հոսքի խտության նվազման կորում թույլ արտահայտված պարբերական բաղադրիչի առկայության փաստը:

### **Նպատակի իրագործման համար կատարվել են**

- ԳԼՈՆԱՍՍ համակարգի կառավարումն ապահովող ռադիոդիտակների բնութագրերի ռադիոաստղագիտական եղանակով չափման մեթոդի մշակում և վերջինների տեղակայման վայրերում չափումների իրականացում;
- սեյսմիկ վտանգի գնահատմանը միտված՝ սեյսմո-իոնոսֆերային փոխառընչությունների ուսումնասիրման ռադիոֆիզիկական համակարգի տեխնիկական սպասարկում;
- $\lambda=4,2$ մ ալիքի երկարության ռադիոդիտակների բնութագրերի օպտիմալացում, ( $\ll$ , Բյուրական և  $L\ll$ , Շուշի), Կասիոպեա-Ա և Կարպ-Ա կոսմիկական ռադիոաղբյուրների ճառագայթման ինտենսիվության շուրջօրյա գրանցում;
- 0,01 վ ժամանակային ինտերվալով շարունակաբար կուտակվող և 16 կարգանիշ ունեցող ԱԹՁ սարքով թվայնացված տվյալների՝ MS Origin-8 համակարգչային ծրագրով իրականացվող մաթեմատիկական հետահայաց վերլուծություններ;
- Գալակտիկական ֆոնի վրա թույլ ազդանշանի գրանցման նպատակով իրականացվել է ազդանշանի ինտերֆերենցիոն հարմոնիկի նեղշերտ հաճախային և աստիճանային զտում;
- Կասիոպեա-Ա կոսմիկական ռադիոաղբյուրի ռադիոճառագայթման հոսքի փոփոխության բնույթի ուսումնասիրում 2008-2015թ.թ. ընկած ժամանակահատվածում:

## **Գիտական նորույթ**

Ատենախոսության գիտական նորույթը որոշվում է կատարված հետևյալ աշխատանքներով:

- Մշակվել և իրականացվել է ԳԼՈՆԱՍՍ համակարգի PT-13 ИПА PAH ռադիոդիտակների ֆոկուսավորման խնդիրը՝ աշխատանքային հաճախությունների ողջ տիրույթում ( 2,2 – 2,6ԳՀց, 7,0 – 9,5ԳՀց և 28 – 34ԳՀց):
- Մշակվել է ԳԼՈՆԱՍՍ համակարգի PT-13 ИПА PAH ռադիոդիտակների բնութագրերի բարձր ճշտությամբ չափման ռադիոաստղագիտական մեթոդ, համաձայն որի կոսմիկական կետային ռադիոաղբյուրի դիտման մեկ սեանսի ընթացքում, աշխատանքային հաճախությունների ողջ տիրույթում, բևեռացման երկու հարթություններում հաջողությամբ իրականացվել են ռադիոդիտակի բոլոր բնութագրերի չափումները:
- Սարավանդի ինտերֆերենցիոն ռադիոդիտակի էֆեկտիվության բարձրացման նպատակով իրականացվել է ընդունվող ազդանշանի ինտերֆերենցիոն հարմոնիկի նեղշերտ հաճախային և աստիճանային գտում:
- Իրականացվել է ինտերֆերենցիոն հարմոնիկի հզորության կուտակում, ինչի շնորհիվ ստացվել է միջինացված թերթիկների թվին համեմատական, ռադիոդիտակի զգայնության շահում:
- Հաստատվել է  $M \geq 3$  մագնիտությամբ երկրաշարժերի նախապատրաստման փուլի և գրգռված իոնոլորտում կետային կոսմիկական աղբյուրի ռադիոճառագայթման խոտորումների միջև փոխկապակցվածության փաստը:
- Հաստատվել է Կասիոպեա-Ա կոսմիկական ռադիոաղբյուրի նվազող ճառագայթման հոսքում պարբերական բաղադրիչի առկայությունը:

**Աշխատանքի գործնական արժևորումը** Ատենախոսության մեջ ներկայացված ռադիոդիտակների բնութագրերի կետային կոսմիկական ռադիոաղբյուրների միջոցով մեծ ճշտությամբ որոշելու մեր կողմից մշակված մեթոդն արդեն իսկ ներդրվել է ԳԼՈՆԱՍՍ համակարգի PT-13 ИПА PAH ռադիոդիտակների բնութագրերի չափումների և ատեստավորման ընթացքում: Այն կարող է կիրառվել ռադիոֆիզիկական մեթոդներով հետազոտվող գիտության, պաշտպանության, չափաբանության, ռադիոլուցացիայի, կապի,

հեռահաղորդակցության և մի շարք այլ բնագավառներում: Ազդանշանի ինտերֆերենցիոն հարմոնիկի հաճախային, աստիճանային զտման և տարածական հարմոնիկի կենտրոնական թերթիկների կուտակման առաջարկվող եղանակներն էապես կբարձրացնեն ինտերֆերենցիոն ռադիոդիտակի էֆեկտիվությունը՝ աղմուկների ֆոնի առկայությամբ թույլ ազդանշանների գրանցման խնդիրներում:

Ընտրված ժամանակահատվածում գրանցված սեյսմո-իոնոսֆերային նախանշանների և տեղի ունեցած սեյսմիկ ցնցումների հետահայաց օրեկան միջինացված արժեքների գրաֆիկական կորերի ժամանակային համադրումից, նրանց միջև չափելի փոխկոռելյացիայի առկայության փաստը, այլ մեթոդների հետ մեկտեղ, ազդակ կհանդիսանա սեյսմիկ ցնցումների կանխատեսման խնդիրներում:

### **Պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները:**

- ԳԼՈՆԱՍՍ համակարգի PT-13 ИПА РАН ռադիոդիտակների ֆոկուսավորման, բնութագրերի չափումների և աստեսավորման մեթոդի մշակում:
- Իոնոլորտի սեյսմածին և տեխնածին նախանշանների բնորոշում և խմբավորում:
- Սեյսմիկ վտանգի կանխատեսման, իոնոսֆերայի ուղղահայաց զոնդավորման ռադիոաստղագիտական համակարգի բնութագրերի օպտիմալացում:
- Իոնոլորտի սեյսմածին նախանշանների գործակիցների միջին օրեկան արժեքների  $K_s(Date)$  և հետահայաց սեյսմիկության գործակիցների միջին օրեկան արժեքների  $S(Date)$  գնահատում:
- Սեյսմածին նախանշանների և նրանց հաջորդող սեյսմիկ ցնցումների միջև ժամանակային փոխկոռելյացիայի հաստատում և գնահատում:
- Կասիոպեա-Ա կոսմիկական ռադիոաղբյուրի ճառագայթման հոսքի նվազման տարեկան մեծության գնահատում 2007-2015թթ ժամանակաընթացքում:
- Կասիոպեա-Ա կոսմիկական ռադիոաղբյուրի ճառագայթման նվազող հոսքում պարբերական բաղադրիչի առկայության փաստի հետազոտում:

**Աշխատանքի փորձաշրջանը** Ատենախոսության հիմնական արդյունքները զեկուցվել են International Conference on "Space Ecology Safety". (Sofia, Bulgaria, 2014), International Conference on "Microwave and THz Technologies, Photonics and Wireless Communicatiobs" (Aghveran, RA, 2016). International Conference on "Microwave and THz Technologies, Photonics and Wireless Communicatiobs" (Yerevan, RA, 2016). Քննարկվել են ՀՀ ԳԱԱ ՌՖԷԻ-ի և կիրառական ռադիոֆիզիկայի լաբորատորիայի գիտական սեմինարներում:

**Հրատարակումներ** Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրատարակված են 7 աշխատանքներում, որոնք ներառում են մասնագիտական ամսագրերում 4 հոդվածներ (Հայաստանում-3, արտերկրում-1), միջազգային գիտաժողովների 3 զեկույցներ (Հայաստանում-2, արտերկրում-1):

### **Ատենախոսության կառուցվածքը**

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, երեք գլուխներից, 11 աղյուսակներից, 29 նկարներից, 6 եզրակացությունից և հավելվածից, հղված 93 գրականության ցանկից՝ շարադրված 103 էջում:

### **Աշխատանքի բովանդակությունը**

**Ներածության** մեջ հիմնավորված է ատենախոսության թեմայի արդիականությունը, ձևակերպված է աշխատանքի նպատակը, գիտական նորույթը, կիրառական նշանակությունը և պաշտպանության ներկայացվող հիմնական գիտական դրույթները:

**Առաջին գլխում** կատարվել է ատենախոսությունում քննարկված խնդիրներին վերաբերվող գիտական գրականության տվյալների վերլուծություն:

1.1-ում համառոտ ներկայացվել են անտենային չափումներում ռադիոաստղագիտական եղանակի կիրառության և դրա սահմանները [1], ինչպես նաև գալակտիկական և արտագալակտիկական ռադիոճառագայթման էությունը:

1.2-ում համառոտ ներկայացվել են ռուսական (ԳԼՈՆԱՍՍ) Գլոբալ նավիգացիոն արբանյակային համակարգի կառուցվածքը [2] և նպատակը [3]:



1.3-ում ներկայացվել է ՌՖԷԻ Կիրառական ռադիոֆիզիկայի լաբորատորիայի կողմից մշակված (ԳԼՈՆԱՍՍ) Գլոբալ նավիգացիոն արբանյակային համակարգի արբանյակները կառավարող RT-13 ռադիոդիտակի ֆոկուսացման և բնութագրերի չափման մեթոդը, համաձայն որի իրականացվել են այդ չափումները [4]:

1.4-ում ձևակերպվել են բնութագրերի չափման արդյուքների եզրակացությունները:

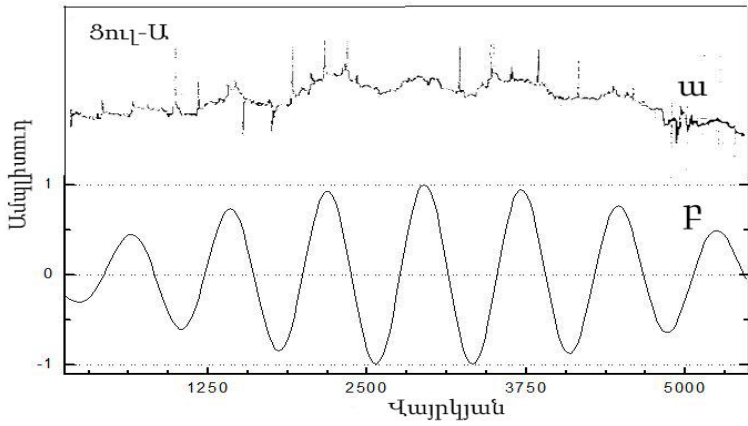
**Երկրորդ գլուխը** նվիրված է սեյսմո-իոնոլորտային փոխառնչությունների հետազոտմանը:

2.1-ում և 2.2-ում քննարկվել են սեյսմո-իոնոլորտային փոխառնչությունների թեք [5] և ուղղահայաց զոնդավորման արդի եղանակները [6]:

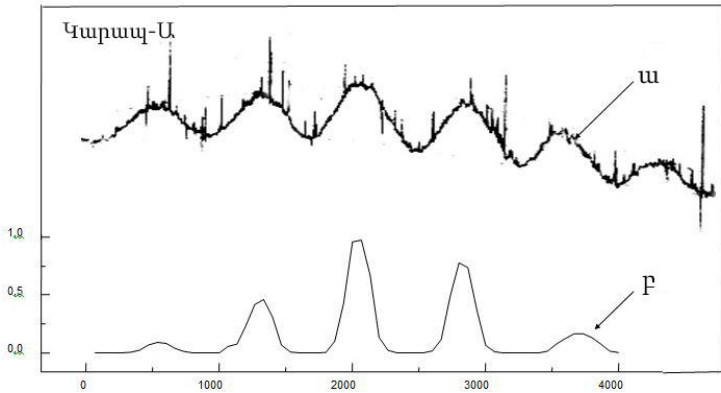
2.3-ում դիտարկվել են մեր կողմից առաջարկված  $\lambda=4.2$  մ ալիքի երկարության, իոնոսֆերայի ուղղահայաց զոնդավորման համակարգի կառուցվածքը և տեխնիկական բնութագրերը [7]:

2.4 Ներկայացվել է իոնոսֆերայի ուղղահայաց զոնդավորման ռադիոաստղագիտական մեթոդն ու իրականացված իոնոլորտային սեյմաձին անհամասեռությունների համարժեք բարձրությունների գնահատումը [8]:

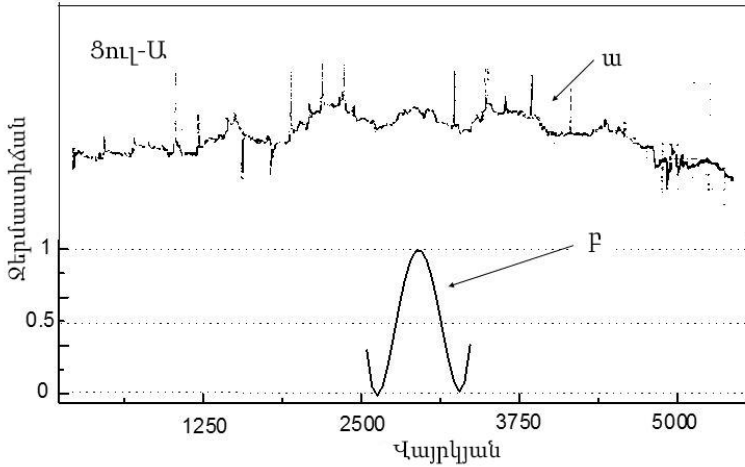
2.5-ում սեյսմիկ վտանգի նախանշանների գնահատման նպատակով ռադիոդիտակի զգայունակության լավարկման միտումով ներկայացված են իոնոսֆերային ուսումնասիրման տվյալների թվային մշակման՝ ինտրֆերենցիոն հարմոնիկի նեղշերտ հաճախային զտման, աստիճանային զտման և տարածական հարմոնիկի կենտրոնական թերթիկների հզորության կուտակման եղանակները (*Նկար 1-3*):



Նկար 1. Ցուլ-Ա ռադիոաղբյուրի ԻՀ-ի մինչև (ա) և հետո (բ) թվային նեղշերտ հաճախային գրումից հետո



Նկար 2. Կարապ-Ա ռադիոաղբյուրի ԻՀ-ի մինչև (ա) և սարհճանային թվային գրում (բ) հետո

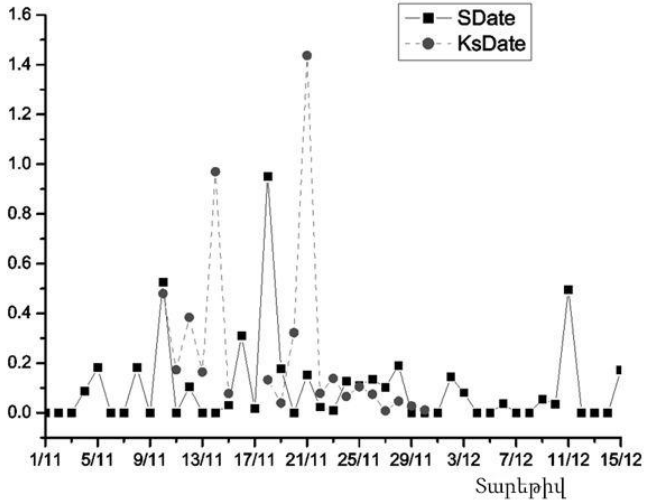


Նկար 3. Ցուլ-Ա ռադիոաղբյուրի ինտերֆերենցիոն հարմոնիկի ( $\omega$ ) և կենտրոնական հինգ թերթիկների միջինացման ( $p$ ) տեսքերը:

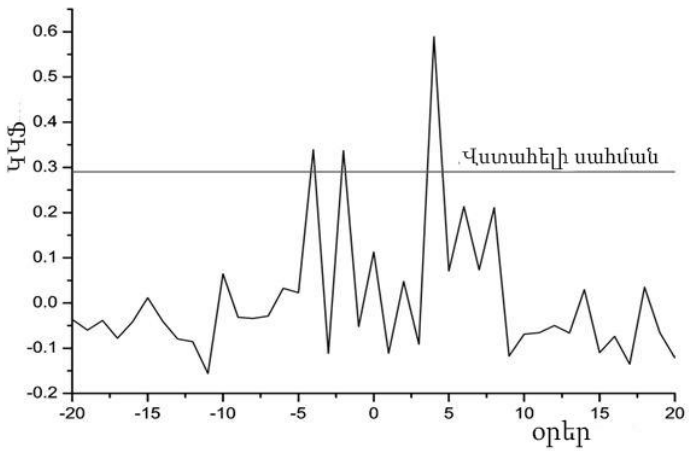
2.6-ում ցույց է տրվել, որ սեյմոգենության գործակցի միջին օրեկան արժեքների  $K(Date)$  և հետահայաց սեյսմիկության  $S(Date)$  գործակցի, որոնք որոշվում են (1) արտահայտություններով, ժամանակային շարքերի կորերի միջև առկա է ժամանակային կոռելյացիա (նկարներ 4,5):

$$K_s = \frac{1}{T} \sum_j G_j \Delta t_j \quad S(Date) = \sum_i \frac{M_i}{r_i} \sqrt{10^{0.77M_i + 0.98}} \quad (1)$$

Եկրաշարժերի նախանշանների համար, որոնք հայտնաբերվել և դիտվել են ռադիոինտերֆերոմետրով, փոխադարձ կոռելյացիայի ֆունկցիայի մաքսիմալ արժեքը ստացվել է 0.59,  $S(Date)$  և  $K(Date)$  ժամանակային շարքերի փոխկորելիացիայի 0,28 վստահելի սահմանի դեպքում:



Նկար 4. Սեյսմագեոլոգիայի գործակիցների միջին օրեկան արժեքների ժամանակային շարքերը (կեսփափծ)  $K(Date)$  և սեյսմիկոլոգիայի գործակիցները  $S(Date)$  (հոծ գիծ)



Նկար 5.  $K(Date)$  և  $S(Date)$  ժամանակային շարքերի միջև փոխկոռելացիայի պատկերը

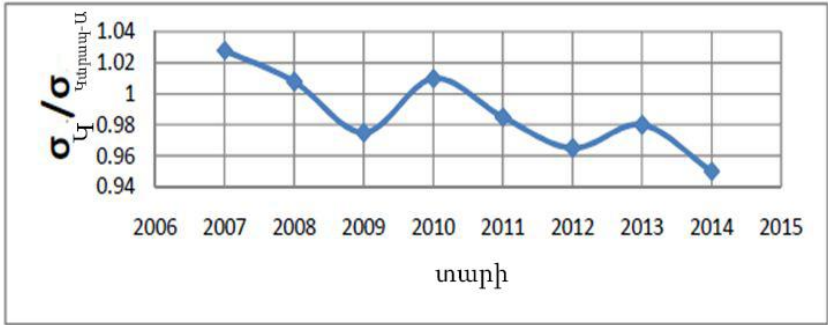
**Երրորդ գլխում** քննարկված է մեծ հետաքրքրություն ներկայացնող գերնորի մնացորդ հանդիսացող Կասիոպեա-Ա կոսմիկական ռադիոաղբյուրի ռադիոճառագայթման հոսքի փոփոխության բնույթի ուսումնասիրումը: Այդ խնդրի հետազոտման նպատակով ՌՖՔԻ-ում մշակված ռադիոաստղագիտական դիտումների ծրագրի համաձայն Սարավանդի փորձակայանի ռադիոդիտակով կատարվել են Կասիոպեա-Ա և Կարապ-Ա ռադիոաղբյուրների ճառագայթման հոսքերի գրանցումները 2008-2015 թ.թ. ընկած ժամանակահատվածում: Աղյուսակ 1-ում բերված են այդ ռադիոաղբյուրների հոսքերի հարաբերության տարեկան արժեքները:

*Աղյուսակ 1*

Տարի	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
$\sigma_{in}$	1,028	1,008	0,975	1,01	0,985	0,965	0,98	0,93

*Կասիոպեա-Ա և Կարապ-Ա աղբյուրների ռադիոճառագայթումների հոսքերի հարաբերության միջին տարեկան ( $\sigma_{in}$ ) մեծությունները 2007-2014 թ.թ.*

Ելնելով Կասիոպեա-Ա ռադիոաղբյուրի ճառագայթման հոսքի տարեկան միջին արժեքների կորից, պարզվել է հոսքի մեծության տարեկան նվազման մեծությունը (0,5%), ինչպես նաև հաստատվել է նվազման կորում 2,7-3 տարի պարբերությամբ քվադրիսինուսոիդալ բաղադրիչի առկայության փաստը: Չափման սխալները հետազոտությունների բոլոր սերիաներում գորնականում նույնն են եղել ( $\Delta\sigma \leq 0,025$ ), այնպես որ այդ ժամանակահատվածներում չեն փոխվել ոչ ալիքի երկարությունը, ոչ սարքավորումները, ոչ ընդունման եղանակը, ոչ էլ ճառագայթման գրանցումը, այդ պատճառով նրանց ներդրումը վերլուծության արդյունքներում տվյալ ուսումնասիրությունների ընթացքում չի կարող ունենալ էական նշանակություն [8]:



Նկար 26. Կասիոպեա-Ա ռադիոաղբյուրի հոսքի փոփոխության բնույթը 2007-2014 թ.թ.

**Եզրակացությունում** ամփոփված են աշխատանքում ստացված արդյունքների գլխավոր եզրահանգումներն ու արդյունքները:

1. PT-13 ИРА -ի բնութագրերը չափվել են օրվա ցերեկային ժամերին և շրջակա միջավայրի  $-20^{\circ}\text{C}$  և ավելի ցածր պայմաններում: Արևի ճառագայթման ներգործությունից խուսափելու համար, ցանկալի է չափումներն իրկանացվել նաև չափավոր ջերմաստիճաններում և օրվա գիշերային ժամերին:

2. << Սարավանդի և ԼՂՀ Շուշու փորձակայանների ռադիոդիտակներով ամենօրյա, երկարաժամկետ դիտումներից ստացված արդյունքները հաստատում են երկրաշարժի նախապատրաստման փուլում՝  $M \geq 3$  մագնիտուդով երկրաշարժի և գրգռված իոնոսֆերայի կողմից ռադիոճառագայթման կլանման միջև չափելի կոռելյացիայի փաստը, որը կարելի է բացատրել, երկրաշարժի գոտում դեֆորմացված գրունտի էլեկտրոմագնիսական ճառագայթմամբ պայմանավորված իոնոսֆերայի ռադիոթափանցելիության վատացմամբ: Ստացված հուսադրող արդյունքները հիմնավորում են սեյսմոիոնոսֆերային հետազա ուսումնասիրությունների անհրաժեշտությունը և իոնոլորտի ուղղահայաց զոնդավորման ռադիոաստղագիտական մեթոդի կիրառման անհրաժեշտությունը:

3. Տեղեկատվության բարձրացման համար (սեյսմիկ ալիքների ուղղությունն ու տարածման արագությունը) խոստումնալից կլինի հետազոտող կայանների միավորումը ինտերֆերենցիոն համակարգում, իսկ հետազոտությունների իրականացումը միաժամանակ տարբեր ռադիոհաճախություններում:

4. Չափման առաջարկվող եղանակը թույլ է տալիս առանձնացնել կոսմիկական կետային ռադիոաղբյուրների ճառագայթման ազդանշանները գալակտիկական ռադիոճառագայթման ընդհանուր ֆոնից, գնահատել իոնոլորտի D և E շերտերի կլանման աստիճանի անոմալ փոփոխության ազդեցությունը գալակտիկական ֆոնի և կետային ռադիոաղբյուրների աղմկային ջերմաստիճանների վրահետքերենցիոն հարմոնիկի նեղշերտ հաճախային և աստիճանային զտումների շնորհիվ հնարավոր է լինում ազատվել գալակտիկական ֆոնից, ինչպես նաև չափել փոքր հզորությամբ կոսմիկական ռադիոաղբյուրների հոսքերը:

5. Կասիոպեա-Ա կոսմիկական ռադիոաղբյուրի հոսքի նվազման տարեկան մեծությունը 2007-2015 թ.թ. ժամանակահատվածում կազմել է 0.5 %:

6. ՀՀ Բյուրականի Սարավանդ գիտափորձակայանում կատարված Կասիոպեա-Ա, Կարպա-Ա ռադիոաղբյուրների հոսքերի տևական գործնականում շուրջօրյա գրանցումների արդյունքների վերլուծություններից Կասիոպեա-Ա ռադիոաղբյուրի ճառագայթման հոսքի նվազման կորում հաստատվել է 2.7-3 տարի պարբերությամբ բաղադրիչի առկայությունը:

### **Օգտագործված գրականության ցանկ**

1. «Вестник ГЛОНАСС»
2. Суворов Е.Ф. Летопись зарождения, развития и первых шагов реализации идеи отечественной спутниковой системы М.: Кучково поле, 2014. — 232 с, ил. — ISBN 978-5-9950-0389-2.
3. Р.М. Мартиросян, А.Г. Гулян, Г.А. Пирумян, С.А. Саркисян, Г.С. Аветисян. “Измерение параметров радиотелескопа РТ-13 ИПА РАН”// Известия НАН Армении и НПУА, серия ТН, 2015, том 68, №2, с. 189-197.
4. Kushida Y. and Kushida R., Possibility of Earthquake Forecast by Radio Observation in the VHF Band, J. of Atmospheric Electricity, Vol. 22, No. 3, 2002, pp. 239-255.
5. Галкин А. И. [и др.]. Ионосферные измерения. "Наука", 1971.
6. А.Г. Гулян, Г.А. Пирумян, Г.С. Аветисян. “Радиоастрономическая система для оценки симптомов сейсмической опасности”// Вестн.НПУА, серия «информационные технологии, электроника, радиотехника» -2015, вып. 15, №2.
7. Ռ.Մ. Մարտիրոսյան, Ա.Գ. Ղուլյան, Հ.Ա. Փիրումյան, Խ.Հ. Մանասեյան, Գ.Ս. Ավետիսյան// “Իոնոլորտային սեսյամաճին

անհամասեռությունների համարժեք բարձրության գնահատում”// ՀՀ ԳԱԱ և ՀԱՊՀ Տեղեկագիր, ՏԳ սերիա, 2015թ., հ. 68, №3, 346-356 էջ:

8. Р.М. Мартиросян, А.Г. Гулян, Г.А. Пирумян, С.А. Саргсян, Г.С. Аветисян. //Характер изменения плотности потока радиоисточника Кассиопея-А за период 2007-2015г.г. Астрофизика, 2017, т.60, вып. 1., с. 97-103.

### **Ատենախոսության հիմնական արդյունքները տպագրված են հետևյալ աշխատանքներում՝**

1. Р.М. Мартиросян, А.Г. Гулян, Г.А. Пирумян, С.А. Саркисян, Г.С. Аветисян. “Измерение параметров радиотелескопа РТ-13 ИПА РАН”// Известия НАН Армении и НПУА, серия ТН, 2015, том 68, №2, с. 189-197.

2. Ռ.Մ. Մարտիրոսյան, Ա.Գ. Դուլյան, Հ.Ա. Փիրումյան, Խ.Հ. Մանասեյան, Գ.Ս. Ավետիսյան// “Ինոլորտային սեյսմաձին անհամասեռությունների համարժեք բարձրության գնահատում”// ՀՀ ԳԱԱ և ՀԱՊՀ Տեղեկագիր, ՏԳ սերիա, 2015թ., հ. 68, №3, 346-356 էջ:

3. А.Г. Гулян, Г.А. Пирумян, С.А. Саркисян, Г.С. Аветисян.”Исследование характеристик радиотелескопа РТ-13 ИПА РАН”// Proceegings of the Inter. Conference on “Microwave and THz technologies and applications”Armenia, 2015, p.p. 80-86.

4. Р.М. Мартиросян, А.Г. Гулян, Г.А. Пирумян, М.В. Адиебян, Г.С. Аветисян. “Система вертикального зондирования ионосферы для оценки сейсмической опасности”// Tenth Anniversary Scientific Conference with International Participation. SPACE, ECOLOGY, SAFETY, 2015, Sofia, Bulgaria с. 348-353.

5. А.Г. Гулян, Г.А. Пирумян, Г.С. Аветисян. “Радиоастрономическая система для оценки симптомов сейсмической опасности”// Вестн.НПУА, серия «информационные технологии, электроника, радиотехника» -2015, вып. 15, №2.

6. G.S. Avetisyan.//Change of flux density Characteristic of the radio source Cassiopeia-A for the period 2008-2015 years”// Proceegings of the Inter. Conference on “Microwave and THz technologies and applications”Armenia, 2016, p.p.111-114.



7. Р.М. Мартиросян, А.Г. Гулян, Г.А. Пирумян, С.А. Саргсян, Г.С. Аветисян.  
//Характер изменения плотности потока радиоисточника Кассиопея-А за период 2007-2015г.г. *Астрофизика*, 2017, т.60, вып. 1., с. 97-103.

## Аннотация

Применение радиоастрономических методов в некоторых радиофизических задачах

**Аветисян Геворг Саакович**

Диссертационная работа посвящена исследованию радиофизических задач радиоастрономическими методами: в том числе методики измерения радиотелескопов РТ-13 ИПА РФ системы ГЛОНАСС, вопросу сеисмоионосферных в заимоотношениях и характера уменьшения плотности потока радиоизлучения космического источника Кассиопея-А. Все три задачи исследуемые в работе весьма актуальны.

Для достижения цели было сделано следующее:

- разработка программы/методики для фокусировки и исследования характеристик радиотелескопа РТ-13 ИПА РАН а так же проведение измерений на пунктах назначений.
- с целью исследования корреляций между сейсмическими явлениями и поглощением ионосферой радиоизлучения природных космических источников в период подготовки землетрясений, в научном полигоне (Бюракан-Сараванд) устанавлен интерференционный радиотелескоп в диапазоне волны  $\lambda = 4,2\text{м}$ .
- основываясь на многолетних однородных, регулярных измерениях потока радиоизлучения источника Кассиопея-А, попытаться внести ясность в вопросе о наличии временной периодической компоненты в изменении радиоизлучения.

Результаты

- Результаты измерений характеристик РТ-13 в основном соответствуют ожидаемым.
- Характеристики РТ-13 Института прикладной астрономии были измерены в дневное время при окружающей температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ . Чтобы избежать влияния солнечной радиации, предпочтительно осуществлять измерения при умеренной температуре и в ночное время.

- Результаты долгосрочных наблюдений, проведенных с помощью радиотелескопа экспериментальной станции в Шуши (Нагорный Карабах), указывает факта измеряемой корреляции между землетрясением с магнитудой  $M \geq 3$  на подготовительном этапе и поглощением радиоизлучения при возбуждении в ионосфере. Это можно объяснить ухудшением радиопрозрачности ионосферы, вызванной электромагнитным излучением деформированного грунта в зоне землетрясения. Достигнутые многообещающие результаты обосновывают необходимость дальнейших исследований сейсмо-ионосферных связей и необходимости использования радиоастрономическим методом вертикального зондирования.
- Для повышения информативности (направления и скорости распространения сейсмических волн) было бы многообещающим объединение исследовательских станций в интерференционной системе и осуществление исследований на разных радиочастотах.
- Предлагаемый метод измерения позволяет отделить сигналы излучения точечных космических радиоисточников от общего фона галактического радиоизлучения, оценить влияние аномальных изменений поглощения слоев D и E ионосферы на галактический фон и шумовых температур космических радиоисточников. С целью достоверной регистрации космических радиоисточников с малыми потоками радиоизлучения, осуществлялась узкополосная частотная и степенная фильтрация интерференционной гармоники сигнала.
- Годовая величина уменьшения потока космического радиоисточника Кассиопея-А в период 2007-2015г.г. составила около 0,5%.
- На основе анализа результатов долговременного наблюдения радиоисточника Кассиопея-А, выполненного на научно-исследовательском полигоне Сараванда, свидетельствует о наличии периодического компонента на кривой уменьшения излучения радиоисточника Кассиопея-А с периодом 2,7-3 года.

## Summary

The usage of radio-astrological methods in some problems of radiophysics.

Avetisyan Gevorg Avetisyan

The dissertation raises high importance questions, which were solved based on the radio-astrological method. The thesis is devoted to the investigation of radiophysical problems by radio-astronomical methods: including methods for measuring radio telescopes RT-13 of the IPA RF by GLONASS systems, the question of seismic-ionospheric relations and the nature of the decrease in the flux density of the radio emission from the cosmic source Cassiopeia-A. All three problems investigated in the work are very topical.

For achievement of goals the following was made

- development of a program/technique for focusing and a research of characteristics of a radio telescope RT-13 and also carrying out measurements on points of appointments.
- with a research objective of correlations between the seismic phenomena and absorption by an ionosphere of a radio emission of natural space sources during preparation of earthquakes, the interference radio telescope is installed in scientific testing polygon (Byurakan-Saravand) in wavelength in the range of 4,2m.
- based on long-term homogeneous, regular measurements of a stream of a radio emission of a source of Cassiopeya-A to try to clear up in a question of existence of a temporary periodic komponenta in change of a radio emission.

### Results

- The results of the characteristics measurements of PT-13 mainly meet the theory.
- The characteristics of PT-13 of Institute of Applied Astronomy have been measured during daytime in the environment of 20<sup>0</sup> or less Celsius. So as to avoid the influence of solar radiation, it is preferable to take measures under normal temperature and during the night time as well.
- The results of the characteristics measurements of PT-13 mainly meet the theory. The characteristics of PT-13 of Institute of Applied Astronomy have been

measured during daytime in the environment of 200 or less Celsius. So as to avoid the influence of solar radiation, it is preferable to take measures under normal temperature and during the night time as well.

- The results of the long-term observations done with the help of radio telescope of the experiment station in Shushi (Nagorno-Karabakh) claim the fact of measurable correlation between earthquake with  $M \geq 3$  magnitude in the preparatory stage of earthquake and the absorption of radio-radiation by excitation in the ionosphere. This can be explained by the deterioration of ionosphere's radio-transparency caused by the electromagnetic radiation of deformed ground on the earthquake zone. The achieved promising outcomes prove the necessity of further research studies on seismic ionosphere and the necessity of the usage of radio-astronomical vertical sounding method.
- To promote awareness (the direction and speed of extension of seismic waves), the uniting of research stations in interference system would be promising and the implementation of research studies meanwhile on different radiofrequencies.
- The suggested method of measurement enables to separate the radiation signals of cosmic point-like radio sources from the overall background of galactic radio-radiation, to evaluate the influence of abnormal changes in absorption degree of ionosphere's D and E layers on galactic background and the noise temperatures of point-like radio sources. Thanks to the frequency and degree purges of narrow harmonic interference, it is possible to get rid of galactic background and measure the flows of cosmic radio sources having small power.
- The yearly dimension of the flow reduction of Cassiopea-A cosmic radio source during 2007-2015 have been around 0.5%.
- The result analysis of 24-hour durable records of Cassiopea-A and Swan-radio sources made in scientific research station of Saravand, located in Byurakan, claim the existence of a component in the reduction curve of Cassiopea-A radio source's radiation flow (with 2.7-3years period difference).