

## СИСТЕМА ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

Радик Мартиросян<sup>1</sup>, Альберт Гулян<sup>2</sup>, Гамлет  
Пирумян<sup>2</sup>, Маргар Адибекян<sup>3</sup>, Хачик Манасельян<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Президент Национальной Академии Наук Армении – Армения

<sup>2</sup>Институт Радиофизики и Электроники НАН Армении – Армения

<sup>3</sup>ГНКО "Территориальная служба сейсмической защиты" – Армения  
e-mail: adibekyan@yahoo.com

**Ключевые слова:** ионосфера, радиотелескоп, интерференционная гармоника, цифровой анализ

**Абстракт:** Рассмотрены структура и технические характеристики системы вертикального зондирования ионосферы на длине волны  $\lambda = 4,2$  м, и возможности улучшения чувствительности интерференционного радиотелескопа методом цифровой обработки данных наблюдений с целью исследования оценки симптомов сейсмической опасности, и характера изменения плотности потока радиоисточников Лебедь-А и Кассиопея-А. Анализы результатов наблюдений подтвердили корреляцию между сейсмическими явлениями и поглощением ионосферой радиоизлучения природных космических источников в период подготовки землетрясения магнитудой  $M \geq 3.5$ , а также слабо выраженную периодичность в изменении плотности потока радиоисточников Лебедь-А и Кассиопея-А.

## SYSTEM FOR VERTICAL IONOSPHERE SOUNDING SEISMIC HAZARD ASSESSMENT

Radik Martirosyan<sup>1</sup>, Albert Gulyan<sup>2</sup>, Gamlet Pirumyan<sup>2</sup>,  
Margar Adibekyan<sup>3</sup>, Xachik Manaselian<sup>2</sup>

<sup>1</sup>President Armenian National Academy of Sciences

<sup>2</sup>Institute of Radiophysics and Electronics Armenian NA of Sci – Republic of Armenia

<sup>3</sup>Regional Survey for Seismic Protection" State non Commercial Organization – Republic of Armenia,  
Ministry of Emergency Situations  
e-mail: adibekyan@yahoo.com

**Keywords:** Ionosphere, Radio Telescope, the Interference Harmonica, Digital Analysis

**Abstract:** Vertical ionosphere sounding seismic hazard assessment. The structure and system specifications of the vertical sounding of the ionosphere at a wavelength of  $\lambda = 4,2$  m, and opportunities to improve the sensitivity of the interference of the radio telescope with digital data observations to study the seismic hazard assessment symptoms and the nature of change of flux density of the radio sources Swan-A and Cassiopeia-A. Analyzes of observational results have confirmed the correlation between seismic phenomena and absorption of radio waves by the ionosphere natural cosmic sources in preparation for earthquakes with magnitude  $M \geq 3.5$ , as well as weak expressed periodicity in density changes the flow of the radio sources Swan-A and Cassiopeia-A.

### Введение

Оценка сейсмической опасности осуществляется путем непрерывной регистрации разных (электромагнитного, геомагнитного, ионосферного и т.д.) симптомов в зоне опасности. В ряде работ [1-5] предложены модели возмущенной ионосферы в связи с аномальным нарастанием литосферно-ионосферным взаимодействием. Радиоастрономический способ вертикального зондирования ионосферы однозначно охватывает зону подготовки землетрясения и благодаря чувствительного радиотелескопа обладает высокой

информативностью. Ниже приведены структура и технические параметры радиотелескопа, а также анализ результатов наблюдений.

### Радиотелескоп

Антенна радиотелескопа - полноповоротное плоское зеркало с линейными размерами  $4\lambda \times 1,5\lambda$ , состоявшегося из двенадцати равномерно распределенных синфазно возбужденных волновых диполей (рис.1), столбики которого соединяются кабелями с электрическими длинами  $\lambda/2$ , а волновые сопротивления отдельных диполей ( $R \approx 900\text{Ом}$ ) рассчитаны из условия согласования. Выход антенны, через симметрирующий узел подается к радиометру. Для осуществления радио интерферометрии при регистрации слабых точечных космических радиоисточников над уровнем Галактического фона, на территории полигона было установлено второе зеркало (один столб основного зеркала). Параметры антенны (Табл. 1) определились радиоастрономическим методом, с помощью радиоисточников Кассиопея-А и Лебедь-А.

Таблица 1

Параметр	АЭфф	$\Phi_{3\text{дБ}}$	$\Theta_{3\text{дБ}}$	$f_0$	$\Delta f$	$K_{\text{ус}}$	$F_{\text{ш}}$
Величина	$50 \text{ м}^2$	$40^\circ$	$15^\circ$	72 МГц	400 КГц	70 дБ	$\geq 2.5$

Радиометр, структурная схема которого приведена в рис. 2, супергетеродинная система прямого преобразования, со входным маломощным усилителем, в которой, с целью отстранения от помех предусмотрена девиация рабочей частоты в пределах 1 МГц.

1

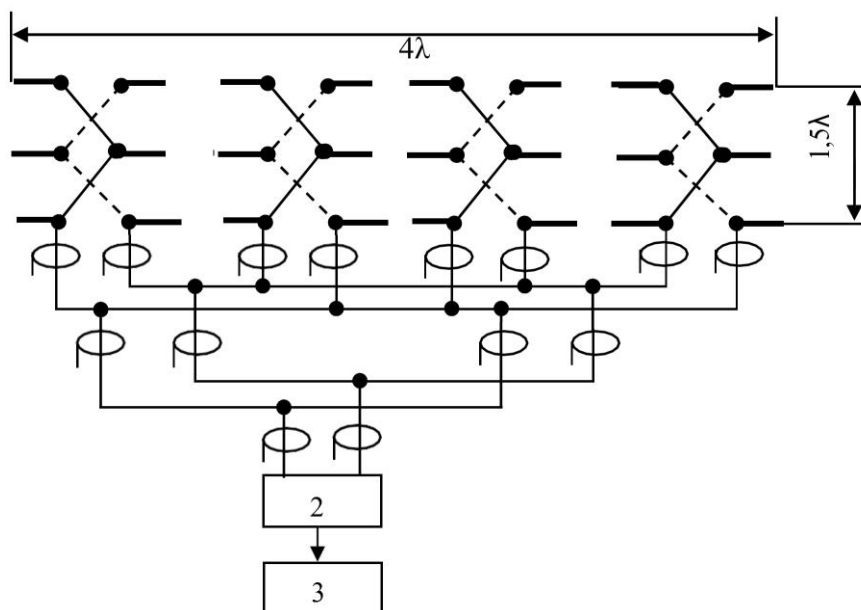


Рис. 1. Структурная схема антенны:

1 - антенна, 2 - симметрирующий узел, 3 - радиометр

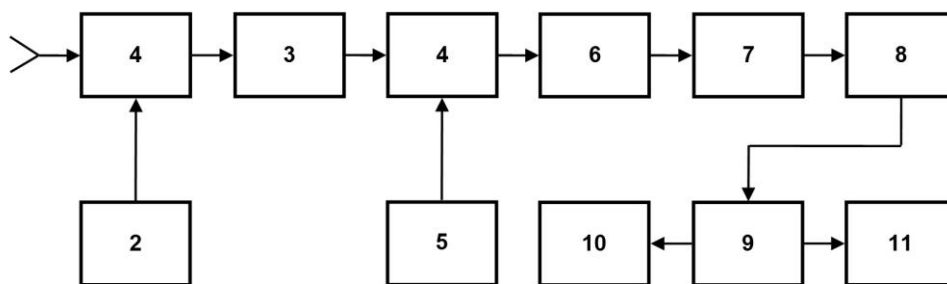


Рис. 2. Структурная схема радиометра:

- 1 – антенный переключатель, 2 – генератор шума,  
 3 – малошумящий усилитель, 4 – смеситель,  
 5 – гетеродин, 6 – усилитель промежуточной частоты,  
 7 – детектор, 8 – усилитель постоянного тока,  
 9 – накопитель, 10 – компьютер, 11 – самописец

### Программа и методика наблюдений

Наблюдения проводились ежедневно, девятичасовой продолжительностью, достаточной для прохождения обеих источников через диаграмму направленности неподвижного радиотелескопа в интервале  $17^{\text{h}} 30^{\text{m}} \leq \alpha \leq 26^{\text{h}} 30^{\text{m}}$  прямого восхождения источника. Совместная регистрация радиоизлучения Галактического фона и дискретных радиоисточников осуществляется и в аналоговом виде – на ленте самописца и в виде цифрового ряда - в памяти компьютера.

### Степенная фильтрация

Степенной цифровой фильтр усиливает переменную составляющую регистрируемого после детектора сигнала космического радиоисточника, в данном случае-его пространственную гармонику. При этом чем больше ее амплитуда, тем больше она усиливается, соответственно улучшается избирательность системы.

Представим интерферированную запись космического излучения (сигнал дискретного источника, галактического фона и шумов) в виде цифровой последовательности во времени и введен в память ЭВМ.

На рис. 3 изображены наблюдения радиоизлучения дискретных радиоисточников Лебедь-А и Кассиопа-А до Нахичеванской (Азербайджан, 28.07.10,  $M = 3.5$ ) землетрясения (ст. Сараванд). На 26.07-27.07.2010 г. было зарегистрировано снижение значения мощностей дискретных радиоисточников Кассиопа-А и Лебедь -А, что может быть связано с сейсмической активностью.

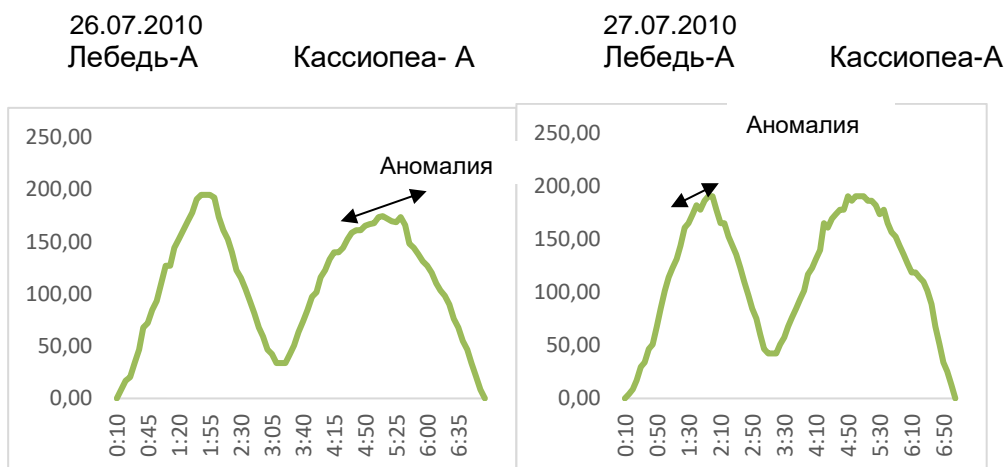


Рис. 3. Радиоастрономическое наблюдение радиоизлучения дискретных радиоисточников Лебедь-А и Кассиопа-А до Нахичеванской (Азербайджан, 28.07.2010,  $M = 3.6$ ) землетрясения (ст. Сараванд)

## **Выводы**

Полученные результаты каждодневных, длительных наблюдений, представленных в рис. 3 подтверждают факт измеримой корреляции между фазой подготовки землетрясения с магнитудой  $M \geq 3.5$  и поглощением радиоизлучения в возбужденной ионосфере, который можно объяснить ухудшением радио прозрачности ионосферы, обусловленным электромагнитным излучением деформированного грунта в зоне землетрясения.

Полученные обнадеживающие результаты обосновывают необходимость дальнейших исследований сейсмо-ионосферных связей метода вертикального зондирования.

По мнению авторов, для увеличения информативности (направление и скорость распространение сейсмических волн и т.д.) перспективнее объединение наблюдательных пунктов в интерференционную систему, а наблюдение проводить одновременно на разных радиочастотах.

## **Литература:**

1. Balasarian, S. Dynamic Geo- electricity. Novosibirsk, "NAUKA", Siberian Department, 1990, pp. 232.
2. Levich, V. The Theoretical Physics, vol. 1, 1969, 797 p.
3. Barsukov, O. Analysis Method for Seismoelectromagnetic Processes, M., Nayka, 1991, 56 p.
4. Kamke, E. Referense Book for Ordinary Differential Equations, M., Nauka, 1965, 454 p.
5. Martirosyan, R., A. Goulyan, V. Sanamyan, H. Piroumyan, M. Adibekyan, A. Mirsoyan. Remote sensing system of ionosphere for assessment of seismic risks //Izv.NAN, RA Gyumri, Ser. TH. 2006. T.LIX, N 3.