

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES**

ISSN 1991-346X

Volume 4, Number 302 (2015), 46 – 49

## **THE DEVICE FOR MONITORING OF RADIOCHANNEL OCCUPANCY**

**I. D. Kozin<sup>1</sup>, I. N. Fedulina<sup>1</sup>, I. V. Vasiliev<sup>2</sup>, V. A. Protsenko<sup>2</sup>, V. V. Kirpun<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>JSC Special Design and technology Bureau “Granite”, Almaty, Kazakhstan,

<sup>3</sup>RTS Engineering LTD, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: IDKozin@yandex.ru

**Key words:** radiosignal, power, phase, spectrum.

**Abstract.** The description of operating principles of developed and implemented multichannel analyzer of a radiowave spectrum is given. The device works in ranges from 1 Hz to 12,4 GHz and is used for study of conditions of electromagnetic signal propagation at various perturbations of space weather. The objectives of research are elaboration of measures on improving stability of radio communications in different systems of telecommunications and navigations.

УДК 621.351.819

## **ПРИБОР КОНТРОЛЯ ЗАНЯТОСТИ РАДИОЭФИРА**

**И. Д. Козин<sup>1</sup>, И. Н. Федулина<sup>1</sup>, И. В. Васильев<sup>2</sup>, В. А. Проценко<sup>2</sup>, В. В. Кирпун<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>ТОО «СКТБ «Гранит», Алматы, Казахстан,

<sup>3</sup>ТОО «РТС Инжиниринг», Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** радиоволна, спектр мощности, многочастотная регистрация.

**Аннотация.** Дано описание принципов работы разработанного и введенного в эксплуатацию многоканального анализатора спектра радиоволн. Прибор работает в диапазонах от 1 Гц до 12,4 ГГц и используется для исследований условий распространения электромагнитных сигналов при различных возмущениях космической погоды. К задачам исследований относится разработка мер по повышению устойчивой связи в различных системах телекоммуникаций и навигации.

**Введение.** Одновременный мониторинг большого числа радиостанций всегда привлекал внимание исследователей [1, 2], поскольку имеет явное превосходство над одночастотным зондированием.

Для лабораторных испытаний и научных исследований в Казахстане компанией «РТС инжиниринг» был разработан и введен в действие многоканальный анализатор радиоспектра «БАРС», предназначенный для измерения характеристик радиосигналов в широком диапазоне частот.

Целью работы является расширение мониторинговых возможностей измерительной аппаратуры в исследованиях воздействия космической погоды на функционирование и качество работы телекоммуникационных и навигационных систем.

Основными техническими характеристиками данного анализатора являются:

- диапазон частот 1 Гц – 4.4 (12.4) ГГц;
- динамический диапазон -151 ±10 дБм;

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| - разрешение по частоте (RBW) | 0.1 Гц - 250 кГц; |
| - точность измерения уровней  | 0.25 дБ;          |
| - скорость сканирования       | 140 МГц/с;        |
| - количество каналов          | 5                 |

Конструктивно «БАРС» выполнен в виде переносного моноблока, объединяющего в одном корпусе модули анализаторов спектра, а также ноутбук. Внешний вид устройства «БАРС» показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид изделия «БАРС»

В качестве модулей измерителей спектра в анализаторе используются изделия SA44B (1 Гц – 4,4 ГГц) и SA124B (100 кГц – 12,4 ГГц).

Изделие «БАРС» может периодически снимать спектрограммы заданных оператором участков спектра, через интервалы времени, которые можно задавать с точностью до 1 секунды с записью результатов в базу данных на всех имеющихся каналах независимо друг от друга.

Блок мониторинга спектров представляет собой набор измерительных модулей типа SA44B и SA124B, подключаемых к компьютеру через USB интерфейс. Каждый модуль имеет свой уникальный идентификационный номер, по которому компьютер идентифицирует входные каналы.

В качестве опорных генераторов используются встроенные в модули кварцевые генераторы, обеспечивающие относительную точность измерения частотных составляющих не хуже чем  $10^{-8}$  и выше.

После подключения антенн к тем каналам, которые готовы для работы, устанавливаются требуемые значения начальной и конечной частоты, а также полоса анализа в герцах и темп регистрации в секундах. Конкретные значения этих параметров определяются целями исследований. Результаты измерений записываются в базу данных.

Пример регистрации занятости радиодиапазона 100 кГц – 1 МГц, проведенной 12 января 2014 года в 18.00 местного времени в г. Алмате приведен на рисунке 2.

Установка «БАРС» позволяет осуществить следующие измерения и исследования:

- измерение занятости диапазона в выбранном диапазоне частот, то есть определение частот, на которых работают излучатели;
- временные интервалы работы исследуемых излучателей;
- соответствие частоты и ширины полосы излучателей присвоенным характеристикам;
- выполнение условий электромагнитной совместимости.

На представленном рисунке 2 отчетливо просматривается ряд всплесков, относящийся к радиосигналам средневолнового вещательного диапазона. Формируемая база данных может быть использована для анализа вариаций принимаемой мощности любой станции в любых заданных временных интервалах [3]. Пример таких вариаций на частоте 238 кГц за период с 21 декабря 2013 г. по 17 февраля 2014 г. приведен на рисунке 3.

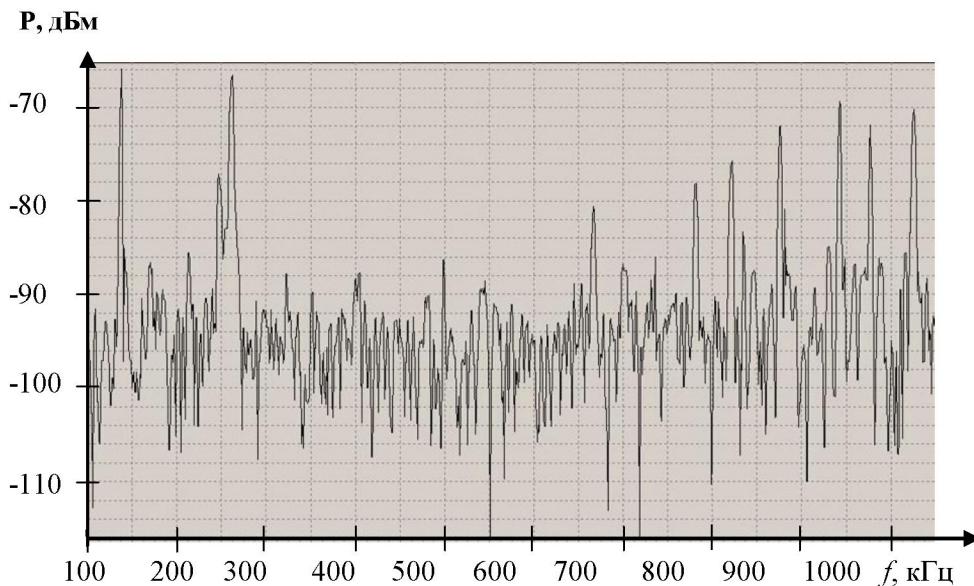


Рисунок 2 – Спектр занятости радиодиапазона, зарегистрированный устройством «БАРС» в г. Алмате

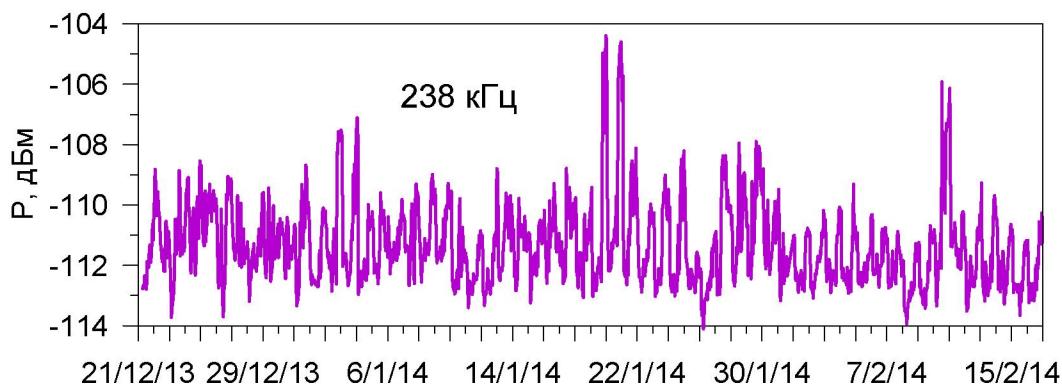


Рисунок 3 – Временные вариации мощности принимаемого сигнала на частоте 238 кГц

Установка по заданию исследователей в автоматическом режиме позволяет проводить измерения фазового шума во всем анализируемом диапазоне (по желанию в усредненном варианте), а также квадратурных составляющих выбранных для анализа частот.

Работа выполнена по программе 101 «Грантовое финансирование научных исследований» в рамках темы «Исследование воздействия космической погоды на распространение радиоволн» (Грант 0038/ГФ1, Регистрационный номер (РН) 0112РК02388).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Козин И.Д. Измерение напряженности дальнего поля СДВ на многих частотах // Ионосфера и солнечно-земные связи. Алматы: Наука КазССР. - 1972. – С. 14-16.
- [2] Бычков С.Г., Зеленков В.Е., Козин И.Д. и др. Система контроля занятости радиоэфира. Алматы: Редакционно-издательский отдел КазГосИНТИ. – 1997. - С. 23-25.
- [3] Козин И.Д., Васильев И.В., Федулова И.Н., Троицкая Н.И. Инновационный патент РК на изобретение «Способ измерения удалённости источника радиоизлучения» от 15.09.2014 г. (19)KZ(13)A4(11)28948: (51) G01S 5/04 (2006/01).

#### REFERENCES

- [1] Kozin I.D. *Ionosfera i solnechno-zemnye svjazi*. Almaty: Nauka KazSSR, 1972, 14-16. (in Russ.)
- [2] Bychkov S.G., Zelenkov V.E., Kozin I.D. i dr. *Almaty: Redakcionno-izdatel'skij otdel KazGosINTI*, 1997, 23-25. (in Russ.)
- [3] Kozin I.D., Vasilev I.V., Fedulina I.N., Troickaja N.I. *Innovacionnyj patent RK na izobretenie «Sposob izmerenija udaljennosti istochnika radioizlucheniya»*, 15.09.2014, (19)KZ(13)A4(11)28948: (51) G01S 5/04 (2006/01). (in Russ.)

## РАДИОЭФИРДІҢ БОС ЕМЕСТИГІН БАҚЫЛАУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ

**И. Д. Козин<sup>1</sup>, И. Н. Федулина<sup>1</sup>, И. В. Васильев<sup>2</sup>, В. А. Проценко<sup>2</sup>, В. В. Кирпун<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>«Гранит» АКТБ» ЖШС, Алматы, Қазақстан,

<sup>3</sup>«РТС Инжиниринг» ЖШС, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** радиодабыл, қуат, фаза, спектр.

**Аннотация.** Радиотолқын спектрінің көпарналы анализаторын эксплуатацияға енгізілген және ойлап шығарылған жұмыс қағидаларының сипаттамасы берілген. Құрылғы 1 Гц тен 12,4 ГГц дейінгі аралықта жұмыс істейді және космостық ауа райының әртүрлі ауытқуларындағы электромагниттік дабылдардың таралу күйлерін зерттеу үшін қолданылады. Зерттеу максатына телекоммуникация және навигацияның әртүрлі жүйелеріндегі байланыстың тұрақтылығын жоғарлату бойынша шараларды жасау жатады.

Поступила 07.07.2015 г.

**N E W S**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES**

ISSN 1991-346X

Volume 4, Number 302 (2015), 49 – 53

## TRANSIONOSPHERIC PROPAGATION OF RADIOWAVES

**I. D. Kozin, I. N. Fedulina**

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: IDKozin@yandex.ru

**Key words:** cut-off frequency of the ionosphere, low-frequency electromagnetic oscillations, artificial Earth satellite, earthquake.

**Abstract.** New models of transionospheric radiowave propagation are considered. From a set of theoretical investigations it is known that radiowaves with frequencies below ionospheric cut-off frequencies generated at underlying layers, are reflected downward and do not transit upward. Experiments published in scientific literature have shown that during periods prior to earthquakes electromagnetic oscillations with frequencies 0,1-20 kHz are generated near the ground. In the experimental measurements conducted on satellite-based instruments it was detected that these oscillations penetrates the ionosphere. We offer descriptions of possible mechanisms explaining a penetration through the ionosphere of radiowaves with frequencies below ionospheric plasma frequency.

УДК 621.029

## ТРАНСИОНОСФЕРНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН

**И. Д. Козин, И. Н. Федулина**

Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** критическая частота ионосфера, низкочастотные электромагнитные колебания, искусственный спутник земли, землетрясение.

**Аннотация.** Рассматриваются новые модели трансионосферного распространения радиоволн. Из множества теоретических разработок известно, что радиоволны с частотами ниже критических частот ионосферы, генерируемые в нижележащих областях, отражаются вниз и не проходят выше. Эксперименты показали, что в периоды подготовки землетрясений у поверхности генерируются электромагнитные колебания с