

*Ministry of Education and Science of Ukraine
The National Academy of Sciences of Ukraine
Institute of Ionosphere of NAS and MES of Ukraine
Institute of Radio Astronomy of NAS of Ukraine
National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”
V.N. Karazin Kharkiv National University
University of Tromsø, Norway
Norwegian Centre for International Cooperation in Education*



**International
School-Conference**

**REMOTE
RADIO SOUNDING
OF THE IONOSPHERE**

BOOK OF ABSTRACTS

*September, 30 – October, 4, 2013
Maly Mayak (Big Alushta), Crimea, Ukraine*

ISC ION'2013

September, 30 – October, 4



Program Committee

Program Committee Chairman:

Leonid N. Lytvynenko
Academician of NASU (IRA NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

Co-chairmen:

Igor F. Domnin
Professor (IION NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

Yury M. Yampolski
Corresponding Member of NASU (IRA NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

César La Hoz
Professor (University of Tromsø, Tromsø, Norway)

Bård Hekland
(Norwegian Centre for International Cooperation in Education, Bergen, Norway)

Scientific Secretary:

Michael V. Lyashenko
PhD (IION NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

Members:

Vladimir G. Bezrodny
DSc (IRA NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

Asgeir Brekke
Professor (University of Tromsø, Tromsø, Norway)

Geliy A. Zhrebtsov
Academician of RAS (ISTP SB RAS, Irkutsk, Russia)

Vasyl N. Ivchenko
Professor (Taras Shevchenko National University, Kyiv, Ukraine)

Petr A. Kachanov
Professor (NTU “KhPI”, Kharkiv, Ukraine)

Sergey A. Kolesnik
Professor (TSU, Tomsk, Russia)

Alexander V. Koloskov
PhD (IRA NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

Vyacheslav E. Kunitsyn
Professor (Lomonosov MSU, Moscow, Russia)

Vladimir I. Kurkin
Professor (ISTP SB RAS, Irkutsk, Russia)

Michael I. Orlyuk
Professor (Subbotin Institute of Geophysics, Kyiv, Ukraine)

Alexander P. Potekhin
Corresponding Member of RAS (ISTP SB RAS, Irkutsk, Russia)

Valery A. Pulyayev
Professor (IION NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

Evgeniy V. Rogozhkin
Professor (NTU “KhPI”, Kharkiv, Ukraine)

Sandro M. Radicella
Professor (ICTP, Trieste, Italy)

Evgeniy I. Sokol
Corresponding Member of NASU (NTU “KhPI”, Kharkiv, Ukraine)

Iwona Stanisławska
Professor (Space Research Centre of PAS, Warsaw, Poland)

Tomasz Ernst
Professor (Institute of Geophysics of PAS, Warsaw, Poland)

Oleg F. Tyrnov
Professor (V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine)

Vladimir L. Frolov
Professor (NIRFI, Nizhny Novgorod, Russia)

Leonid F. Chernogor
Professor (V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine)

Organizing Committee

Chairmen:

Igor F. Domnin
Professor (IION NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

Scientific Secretary:

Michael V. Lyashenko
PhD (IION NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

Members:

Valery A. Pulyayev
Professor (IION NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

Alexander V. Koloskov
PhD (IRA NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

Oleksandr V. Bogomaz
PhD student (IION NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

Vladimir V. Barabash
PhD student (IION NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

Oleksii I. Lialuk
PhD student (IION NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

Maryna M. Siusiuk
PhD student (IION NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine)

Conference program

Conference program

September, 30 – Monday

Arrival of participants

October, 1 – Tuesday

$9^{30} - 10^{00}$

Conference opening ceremony

$10^{00} - 13^{00}$

The 1st Session

Chairperson: V. L. Frolov, Professor

$10^{00} - 10^{20}$

S. V. Panasenko

Wave disturbances in the ionosphere over Kharkiv, Ukraine,
 accompanying EISCAT heater experiments

$10^{20} - 10^{40}$

*A. V. Koloskov, Y. M. Yampolsky, C. La Hoz, A. Brekke, V. Beley,
 S. B. Kascheev, I. I. Pikulik*

Creation of a multi-position system of HF diagnostics of dynamic
 processes in the polar ionosphere

$10^{40} - 11^{00}$

B. Gustavsson

Flaming auroral rays and naturally enhanced ion acoustic lines

$11^{00} - 11^{20}$

*S. S. Alsatkin, O. I. Berngardt, A. V. Medvedev, B. G. Shpynev,
 K. G. Ratovsky, A. L. Voronov*

Automatic algorithm of Ne profile restoration for solar activity
 minimum period

$11^{20} - 11^{40}$

Break

$11^{40} - 12^{00}$

V. Belyey, N. Schlatter, C. La Hoz, U. P. Løvhaug, A. Brekke
 Interferometric radar imaging on Svalbard

12⁰⁰ – 12²⁰ N. V. Bakhmetieva, V. D. Vyakhirev, E. E. Kalinina, V. L. Frolov
Methods and results of the lower ionosphere diagnostics on the base of the powerful radio emission effect of the «Sura» heating facility

12²⁰ – 12⁴⁰ K. V. Grkovich, O. I. Berngardt
The technique of mid-latitude coherent echo oblique profile processing

12⁴⁰ – 13⁰⁰ B. П. Бурмака, Л. Ф. Черногор
Волновые процессы в ионосфере в течение магнитных бурь в январе 2010 г. и августе 2011 г.

13⁰⁰ – 15⁰⁰ **Lunch break**

15⁰⁰ – 18⁰⁰ **The 2nd Session**

Chairperson: V. A. Pulyayev, Professor

15⁰⁰ – 15²⁰ A. B. Зализовский, С. Б. Кащеев, И. И. Пикулик, А. А. Сопин, Ю. М. Ямпольский
Эффекты рассеяния ВЧ сигналов на плазменных неоднородностях полярных овалов

15²⁰ – 15⁴⁰ L. M. Bjoland, V. Belyey, U. P. Løvhaug, C. La Hoz
A comparison of the IRI model at high latitudes with measurements from the EISCAT Svalbard radar over a solar cycle

15⁴⁰ – 16⁰⁰ A. B. Соина, А. В. Пазнухов, Ю. М. Ямпольский, Е. М. Занимонский
Недельные вариации характеристик окружающей среды как проявление техногенной активности

16⁰⁰ – 16²⁰ D. V. Kotov
Behavior of light ions over Kharkiv: the results of observation using incoherent scatter technique

16²⁰ – 16⁴⁰ **Break**

- 16⁴⁰ – 17⁰⁰ A. A. Shcherbakov, A. V. Medvedev, D. S. Kushnarev
Study of ionospheric dynamics during the solar activity growth period
- 17⁰⁰ – 17²⁰ A. B. Пазнухов, A. B. Колосков, A. B. Зализовский, Ю. М. Ямпольский
Статистические характеристики пульсаций класса Pc-1 в регионе Антарктического полуострова
- 17²⁰ – 17⁴⁰ D. S. Khabituev, B. G. Shpynev
Estimation of the plasmasphere electron density and O⁺/H⁺ transition height from Irkutsk incoherent scatter data and GPS total electron content
- 17⁴⁰ – 18⁰⁰ O. B. Чаркина, B. Г. Безродный, Б. Воткинс, В. Г. Галушко, Ю. М. Ямпольский
Межлучевая кросскорреляционная обработка данных ВЧ наблюдений ионосферных мерцаний

19⁰⁰ *Awards dinner*

October, 2 – Wednesday

9⁰⁰ – 13³⁰ *Excursion*

13³⁰ – 15⁰⁰ *Lunch break*

The 3rd Session

Chairperson: V. G. Bezrodny, DSc

- 15⁰⁰ – 15²⁰ M. V. Lyashenko
Dynamic and thermal processes in the geospace plasma during August 5 – 6, 2011 magnetic storm
- 15²⁰ – 15⁴⁰ N. A. Baru, A. V. Koloskov, Yu. M. Yampolskiy, R. A. Rahmatullin
Investigation of the ionospheric Alfvén resonator characteristics using data of observation in Antarctica and Eurasia

15⁴⁰ – 16²⁰ Л. Ф. Черногор
Физические эффекты челябинского метеороида

16²⁰ – 16⁴⁰ *Break*

16⁴⁰ – 17³⁰ C. La Hoz
Aperture synthesis imaging radar and the EISCAT_3D project

17³⁰ – 18⁰⁰ *Discussion*

October, 3 – Thursday

The 4th Session

Chairperson: L. F. Chernogor, Professor

10⁰⁰ – 10⁴⁰ V. G. Galushko
Frequency-and-angular sounding of the ionosphere

10⁴⁰ – 11²⁰ V. L. Frolov
The Sura heating facility: status and recent results

11²⁰ – 11⁴⁰ *Break*

11⁴⁰ – 12²⁰ V. O. Pulyayev
Features of distance sounding ionosphere by means of incoherent scattering of radio waves

12²⁰ – 13⁰⁰ *Discussion*

13⁰⁰ – 15⁰⁰ *Lunch break*

The 5th Session

Chairperson: V. G. Galushko, PhD

15⁰⁰ – 16³⁰

Posters

Л. Ф. Черногор, В. Л. Фролов, В. В. Барабаш

Результаты ионозондовых наблюдений крупномасштабных аперiodических возмущений в нижней ионосфере

А. Н. Вовк, Л. Ф. Черногор

Эффекты солнечного терминатора в средней ионосфере: результаты доплеровского зондирования

А. В. Давиденко, Л. Ф. Черногор

Флуктуации геомагнитного поля, сопровождавшие воздействие на ионосферу мощного периодического радиоизлучения

Д. А. Искра

Повышение точности определения автокорреляционных функций сигнала некогерентного рассеяния

С. В. Кацко

Геокосмическая буря 14 ноября 2012 года: результаты наблюдений на харьковском радаре некогерентного рассеяния

S. Kozlov, V. Pulyayev

Automation of the control action for the IS complex

L. Emelyanov, A. Kononenko

Analysis of variations of the critical frequency f_oF2 of the ionosphere over Kharkiv during two solar cycles

O. I. Lialiuk, J. N. Chepurnyy

Assessment interference from space debris when measured ionospheric parameters at the Kharkov IS radar

A. O. Mamedov, S. V. Panasenko

Detection of travelling ionospheric disturbances in variations of incoherent scatter power

A. Miroshnikov, O. Bogomaz, A. Zhuk

Program of data exchange in XML format of ISR express data processing system running on the server-side

M. M. Siusiuk, O. V. Bogomaz

Towards the ambiguity in the inverse problem in studies of the middle ionosphere using incoherent scattering technique

E. A. Hramov, E. V. Rogozhkin, O. I. Lialuak

Features of IS signal processing at intermediate frequency

M. M. Шаркади, B. A. Пуляев

Контрольный канал радара некогерентного рассеяния

M. A. Shulga, D. V. Kotov

Modeling the H^+ ions concentration distribution under the chemical equilibrium conditions

16³⁰ – 17⁰⁰

Discussion

October, 4 – Friday

13⁰⁰

Closing conference

Abstracts

Table of contents

Reviews

C. La Hoz

Aperture synthesis imaging radar and the EISCAT_3D project..... 17

V. G. Galushko

Frequency-and-angular sounding of the ionosphere..... 18

V. O. Pulyayev

Features of distance sounding ionosphere by means of incoherent scattering of radio waves..... 19

V. L. Frolov

The Sura heating facility: status and recent results..... 20

Л. Ф. Черногор

Физические эффекты челябинского метеороида..... 21

Talks

V. Belyey, N. Schlatter, C. La Hoz, U. P. Løvhaug, A. Brekke

Interferometric radar imaging on Svalbard..... 23

L. M. Bjoland, V. Belyey, U. P. Løvhaug, C. La Hoz

A comparison of the IRI model at high latitudes with measurements from the EISCAT Svalbard radar over a solar cycle..... 24

B. Gustavsson

Flaming auroral rays and naturally enhanced ion acoustic lines..... 25

S. S. Alsatkin, O. I. Berngardt, A. V. Medvedev, B. G. Shpynev,

K. G. Ratovsky, A. L. Voronov

Automatic algorithm of Ne profile restoration for solar activity minimum period..... 26

N. A. Baru, A. V. Koloskov, Yu. M. Yampolskiy, R. A. Rahmatullin

Investigation of the ionospheric Alfvén resonator characteristics using data of observation in Antarctica and Eurasia..... 27

N. V. Bakhmetieva, V. D. Vyakhirev, E. E. Kalinina, V. L. Frolov

Methods and results of the lower ionosphere diagnostics on the base of the powerful radio emission effect of the «Sura» heating facility..... 28

В. П. Бурмака, Л. Ф. Черногор

Волновые процессы в ионосфере в течение магнитных бурь в январе 2010 г. и августе 2011 г. 29

K. V. Grkovich, O. I. Berngardt

The technique of mid-latitude coherent echo oblique profile processing..... 30

A. B. Зализовский, С. Б. Кащеев, И. И. Пикулик, А. А. Сопин,

Ю. М. Ямпольский

Эффекты рассеяния ВЧ сигналов на плазменных неоднородностях
полярных овалов..... 31

A. V. Koloskov, Y. M. Yampolsky, C. La Hoz, A. Brekke, V. Beley,

S. B. Kascheev, I. I. Pikulik

Creation of a multi-position system of HF diagnostics of dynamic
processes in the polar ionosphere..... 32

D. V. Kotov

Behavior of light ions over Kharkiv: the results of observation using
incoherent scatter technique..... 33

M. V. Lyashenko

Dynamic and thermal processes in the geospace plasma during August
5 – 6, 2011 magnetic storm..... 34

A. B. Пазнухов, А. В. Колосков, А. В. Зализовский, Ю. М. Ямпольский

Статистические характеристики пульсаций класса Pc-1 в регионе
Антарктического полуострова..... 35

S. V. Panasenko

Wave disturbances in the ionosphere over Kharkiv, Ukraine,
accompanying EISCAT heater experiments..... 36

A. B. Соина, А. В. Пазнухов, Ю. М. Ямпольский, Е. М. Занимонский

Недельные вариации характеристик окружающей среды как
проявление техногенной активности..... 37

D. S. Khabituev, B. G. Shpynev

Estimation of the plasmasphere electron density and O^+/H^+ transition
height from Irkutsk incoherent scatter data and GPS total electron content... 38

О. В. Чаркина, В. Г. Безродный, Б. Воткинс, В. Г. Галушко,

Ю. М. Ямпольский

Межлучевая кросскорреляционная обработка данных ВЧ наблюдений
ионосферных мерцаний..... 39

A. A. Shcherbakov, A. V. Medvedev, D. S. Kushnarev

Study of ionospheric dynamics during the solar activity growth period..... 40

Posters

Л. Ф. Черногор, В. Л. Фролов, В. В. Барабаш

Результаты ионозондовых наблюдений крупномасштабных апериодических возмущений в нижней ионосфере..... 42

А. Н. Вовк, Л. Ф. Черногор

Эффекты солнечного терминатора в средней ионосфере: результаты доплеровского зондирования..... 43

А. В. Давиденко, Л. Ф. Черногор

Флуктуации геомагнитного поля, сопровождавшие воздействие на ионосферу мощного периодического радиоизлучения..... 44

Д. А. Искра

Повышение точности определения автокорреляционных функций сигнала некогерентного рассеяния..... 45

С. В. Кацко

Геокосмическая буря 14 ноября 2012 года: результаты наблюдений на харьковском радаре некогерентного рассеяния..... 46

S. Kozlov, V. Pulyayev

Automation of the control action for the IS complex..... 47

L. Emelyanov, A. Kononenko

Analysis of variations of the critical frequency f_oF_2 of the ionosphere over Kharkiv during two solar cycles..... 48

O. I. Lialiuik, J. N. Chepurnyy

Assessment interference from space debris when measured ionospheric parameters at the Kharkov IS radar..... 49

A. O. Mamedov, S. V. Panasenko

Detection of travelling ionospheric disturbances in variations of incoherent scatter power..... 50

A. Miroshnikov, O. Bogomaz, A. Zhuk

Program of data exchange in XML format of ISR express data processing system running on the server-side..... 51

M. M. Siusiuk, O. V. Bogomaz

Towards the ambiguity in the inverse problem in studies of the middle ionosphere using incoherent scattering technique..... 52

E. A. Hramov, E. V. Rogozhkin, O. I. Lialiuak

Features of IS signal processing at intermediate frequency..... 53

M. M. Шаркади, В. А. Пуляев

Контрольный канал радара некогерентного рассеяния..... 54

M. A. Shulga, D. V. Kotov

Modeling the H^+ ions concentration distribution under the chemical equilibrium conditions..... 55

Reviews

APERTURE SYNTHESIS IMAGING RADAR AND THE EISCAT_3D PROJECT

C. La Hoz

University of Tromsø, Department of Physics and Technology

NO-9037 Tromsø, Norway

Cesar.La.Hoz@uit.no

The physical principles of Aperture Synthesis Imaging Radar (ASIR) are essentially the same as Very Long Baseline Interferometry (VLBI) used by radio astronomers to image stellar objects. In the radio astronomy case the source itself spontaneously emits radiation that is collected by a number of passive antennas. In the case of ASIR, the radar transmitter – acting like a camera flash – illuminates the target (the ionosphere or atmosphere) and a number of antennas collect the scattered radiation – exactly as in the radio astronomy case. From this point on, the two cases are essentially identical (although Earth's motion in the radio astronomy case is an important difference). The physical principle of both techniques is based on the fact that the space correlation function of the electric field diffraction pattern on the ground of the incoming radiation is approximately equal to the Fourier transform of the brightness distribution of the source (the image), which is known as the van Cittert-Zernike theorem. The approximation is valid when the source is far away (the angular size of the source is small) and its radiation is incoherent, conditions that are met in many applications in radio astronomy and in ionospheric radar measurements.

Aperture Synthesis Imaging Radar (ASIR) is the technology adopted by the EISCAT_3D project, that will give the new radar system imaging capabilities in 3-dimensions including sub-beam resolution in the plane across the transmitter antenna beam. When complemented by pulse compression techniques, it will provide 3-dimensional images of certain types of incoherent scatter radar targets with resolution of the order of 100 meters at 100 km range in any direction illuminated by the transmitter beam. The cross-beam resolution will vary as the inverse of the range squared. This ability will open new research opportunities to map small structures associated with non-homogeneous, non-steady, unstable processes such as aurora, summer and winter polar radar echoes (PMSE and PMWE), Natural Enhanced Ion Acoustic Lines (NEIALs), structures excited by HF ionospheric heating, meteors, space debris, and possibly others.

FREQUENCY-AND-ANGULAR SOUNDING OF THE IONOSPHERE

V. G. Galushko

Institute of Radio Astronomy, National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkov, Ukraine

4, Chervonopraporna St., Kharkiv, 61002, Ukraine

galushko@rian.kharkov.ua

The paper presents the method of frequency-and-angular sounding which allows recovering 3D inhomogeneous structure of the ionosphere, including Traveling Ionospheric Disturbances (TID), from measurements of HF signal parameters at oblique radio paths. The TIDs are reconstructed in the model of electron density waves moving through a realistic ionospheric layer using time-varying angles of arrival and Doppler frequency shifts of the probe signals. The inverse problem was solved in the spectral domain within two approaches, a statistical and a dynamic. This allows not only recovering the basic parameters of the disturbances (amplitude, wavelength and motion direction) but also visualizing this kind of plasma inhomogeneities. To measure horizontal gradients of the electron density, frequency dependences of the group time-delay of the sounding signals are used in addition. The suggested technique has been validated through computer simulations. The adequacy of recovering ionospheric parameters in field conditions is verified by data of simultaneous ionospheric diagnostics using other independent methods.

FEATURES OF DISTANCE SOUNDING IONOSPHERE BY MEANS OF INCOHERENT SCATTERING OF RADIO WAVES

V. O. Pulyayev

Institute of Ionosphere of NAS and MES of Ukraine

16, Chervonopraporna str., Kharkiv, 61002, Ukraine

pulyayev@kpi.kharkov.ua

Ways of solving scientific and applied problems related to improving the efficiency of determining the parameters of the ionosphere during the company's the remote sensing of near space are described. It is shown that in the framework of the existing theory of incoherent scattering (IS) can be implemented practical base, which expands the information possibilities for IS.

In particular, sets out the materials that affect the use of probing signals in the study of the ionosphere, as well as related mathematical methods for calculating the heights distributions as the signaling functions and ionosphere parameters in the case of observation of their behavior in the altitude range 100 ... 1,500 km. It is concluded that the formation of the properties of the signals that will improve the temporal and spatial resolution, requires specific coding elements for the probing parcels. It contributes to the registration the random nature of scattering and of the behavior of the ionospheric plasma, when takes place a significant change of the electron density with height.

It is shown how to solve the problem of calculating the correlation characteristics when are the receptions and processing of the scattering signal. In order to obtain reliable solutions, must be the principles of signal conversion, which take into account the peculiarities of the pulse-sensing specificity of incoherent scattering of radio waves and the structure of hardware tools for IS radar.

Attention is paid to the mathematical tool that allows to control the statistical characteristics of the scattering signal, as well as the altitude and time characteristics of the medium parameters. Treatment options of this information, the correlation functions and spectra for arbitrary signal/noise ratio and in the presence of impulse noise and fluctuation are considered.

Options control for transceivers by bringing information about the power of cosmic noise present at the receiver input of the radar system are shown. It is demonstrated in the case of regime change IS radar, i.e. by changing its “constant function”, the algorithms refine the results of measurements of the electron density does not require auxiliary data from the stations of vertical sounding.

Is special attention to the synchronization tasks for creating common software, common scientific instruments and computing resources, the possibility of use of the publicly available databases, the organization of the processing and interpretation of experimental ionospheric data with network databases.

THE SURA HEATING FACILITY: STATUS AND RECENT RESULTS

V. L. Frolov

Radiophysical Research Institute

Bolshaya Pecherskaya Str., 25/12a, Nizhniy Novgorod, Russia

frolov.418@nirfi.sci-nnov.ru

In the report we present results obtained recently in experiments carried out at the “Sura” heating facility (Nizhny Novgorod, Russia), which are defined some features of artificial ionosphere turbulence induced in the ionosphere by modification of its F_2 region using powerful HF radio waves radiated with O -mode polarization.

The following features of the artificial ionospheric turbulence are considered in the report:

- Artificial ionosphere turbulence features at different stages of interaction between powerful HF radio waves and ionosphere plasma [1,2];
- Temporal evolution of artificial ionosphere irregularities and their spectral characteristics [1,2];
- Gyro features of artificial turbulence generation [3,4];
- Features of artificial irregularities at low altitudes [5];
- Features of stimulated electromagnetic emissions [6,7];
- Spatial structure of the ionosphere disturbed volume [2,8];
- Manifestation of the magnetic zenith effect in turbulence generation [2,8];
- Generation of AGWs by periodical ionosphere pumping [9];
- Features of plasma perturbations HF induced in the upper ionosphere at altitudes of ~ 700 km [10,11].

1. Frolov V.L. et al., *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.*, 1997. Vol. 59, No. 18, pp. 2317-2333.
2. Frolov V.L. et al., *Physics-Uspekhi*, 2007. Vol. 50, No. 3, pp. 315-324.
3. Kagan, L.M. et al., 2006. *J. Radiophysics and Radio Astronomy*, Vol. 11, No. 3, pp. 221-242.
4. Frolov V.L. et al., *Radiophys. and Quantum Electr.*, 2012. Vol. 55, No. 6, pp. 357-381.
5. Bakhmetieva N.V. et al., *Radiophys. and Quantum Electr.*, 2012. Vol. 55, No. 1-2, pp. 95-109.
6. Frolov V.L. et al., *Geophys. Res. Lett.*, 2001. Vol. 28, No. 16, pp. 3103-3106.
7. Sergeev E.N. et al., *Advances and Space Research*, 2006. Vol. 38, pp. 2518-2526.
8. Kunitsyn V.E., et al., *Radio Sci.*, 2012. Vol. 47, RS0L15, doi:10.1029/2011RS004957.
9. Chernogor L.F. and Frolov V.L. *Radiophys. and Quantum Electr.*, 2012. Vol. 55, No. 1-2, pp. 13-32.
10. Frolov V.L., et al., *JETP Letters*, 2008. Vol. 88, No. 12, pp. 790-794.
11. Rapoport V.O., et al., *J. Geophys. Res.*, Vol. 115, A10322, doi:10.1029/2010JA015484, 2010.

*The work was supported by Russian Foundation of Basic Research
(project Nos. 11-02-00374, 12-05-33065, and 13-02-12074)
and Russian Government contract No. 14.518.11.7056.*

ФИЗИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ЧЕЛЯБИНСКОГО МЕТЕОРОИДА**Л. Ф. Черногор***Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина**пл. Свободы, 4, г. Харьков, Украина**Leonid.F.Chernogor@univer.kharkov.ua*

Пролет и взрыв на высоте 25 км Челябинского метеороида вызвал во всех геооболочках заметные (или сильные) возмущения. Построены теоретическая и эмпирическая модели основных процессов в этих оболочках. Избыточное давление на поверхности Земли вблизи эпицентра взрыва составило 1 – 3 кПа, что вызвало разрушения на площади около 6 тыс. км². Энергия световой вспышки была около 375 ТДж, что на 1 – 2 порядка меньше энергии, при которой возникают пожары. Энергия взрывной волны и акустических колебаний была близка к 560 и 19 ТДж. Относительные возмущения давления воздуха и концентрации электронов N в ионосфере над эпицентром взрыва достигали сотен процентов. Пролет тела сопровождался плазменными, магнитными, электрическими, электромагнитными и акустическими эффектами. Возмущения от взрыва распространялись по горизонтали на расстояния $R \sim 1000 - 3000$ км. Магнитуда землетрясения не превышала 2 – 3. Космические тела, подобные Челябинскому, падают на Землю один раз в 65 лет.

Обнаружены проявления возмущений N на высотах нижней ионосферы ($z \approx 65 - 70$ км) на расстоянии $R \approx 1575$ км, вызванные воздействием акустической волны с периодом 200 – 230 с, имеющей скорость распространения $v \approx 290 - 400$ м/с. Относительная амплитуда δ_N возмущения N равнялись 2.7 – 4.6 %. Амплитуды колебаний высоты области отражения и фазы сигнала составляли 0.1 – 0.2 км и 4 – 7° соответственно. Ионозондовые наблюдения позволили обнаружить вблизи максимума слоя $F2$ проявления акустико-гравитационных волн (АГВ), распространяющихся со скоростью $v \approx 800$ м/с на расстояния не менее 3000 км, при этом $\delta_N \approx 10 - 20$ %. Продолжительность возмущения была около 4 – 5 ч. На расстояниях в несколько сот километров от места взрыва с помощью GPS-приемников обнаружены квазипериодические волновые возмущения (ВВ) с $v \approx 670 - 690$ м/с, длительностью 40 – 60 мин и периодом 10 – 20 мин. Относительная амплитуда ВВ полного электронного содержания в наклонном столбе была порядка 10 – 20 %.

Установлено, что пролет Челябинского тела сопровождался вариациями горизонтальной компоненты геомагнитного поля. Вариации носили квазипериодический характер с $T \approx 30 - 40$ мин, амплитудой $B \approx 0.5 - 2$ нТл для $R \approx 2700 - 1200$ км соответственно и продолжительностью 2 – 3 часа, $v \approx 260 - 370$ м/с. Предложена теоретическая модель геомагнитного эффекта. ВВ геомагнитного поля вызваны движением АГВ на высотах 100 – 150 км. Расчетные значения $B \approx 0.6 - 1.8$ нТл для $R \approx 2700 - 1200$ км соответственно.

Talks

INTERFEROMETRIC RADAR IMAGING ON SVALBARD

V. Belyey¹, N. Schlatter², C. La Hoz¹, U. P. Løvhaug¹, A. Brekke¹

¹*University of Tromsø*

N-9037, Tromsø, Norway

vasyl.belyey@uit.no

²*KTH Royal Institute of Technology*

SE-100 44, Stockholm, Sweden

Interferometric observations at EISCAT Svalbard radar (ESR) were conducted since 2002. The 32-m and 42-m antenna dishes were used forming a single-baseline interferometer. Even such simplest antenna configuration observations have led to new scientific results [1]. EASI (ESR Aperture Synthesis Imaging) project is an extension of the one-baseline interferometer. It is a result of combined efforts of the Universities of Tromsø (Norway), Southampton (UK), and Royal Institute of Technology of Stockholm (Sweden). The project is aimed at complementing the existing radar transmitter/receivers at the ESR with several (3-4) smaller receiving antennas to create an interferometer for ionospheric radar imaging. Among possible ionospheric targets that could be subject to radar imaging are

- Electron density enhancements inside aurora;
- Naturally Enhanced Ion-Acoustic Lines (NEIAL);
- Polar Mesospheric Summer- and Winter Echoes (PMSE/PMWE);
- Plasma structures induced by artificial electron heating;
- Meteors;
- Space debris;
- Atmospheric waves and turbulence.

Since 2010 test measurements and experimental campaigns were conducted using the three EASI antennas installed at the ESR site. Some preliminary results of the campaigns (mainly based on observations of satellites passing above the ESR site [2]) are presented in this talk.

References

1. T. Grydeland, E.M. Blixt, U.P. Løvhaug, T. Hagfors, C. La Hoz, and T.S. Trondsen, “Interferometric radar observations of filamented structures due to plasma instabilities and their relation to dynamic auroral rays”, *Annales Geophysicae*, Vol. 22, pp. 1115 – 1132, 2004.
2. N.M. Schlatter, B.C. Goodbody, T. Grydeland, N. Ivchenko, B.J Gustavsson, V. Belyey, B.S. Lanchester. Aperture Synthesis Imaging at the EISCAT Svalbard radar. EGU General Assembly 2012.

A COMPARISON OF THE IRI MODEL AT HIGH LATITUDES WITH MEASUREMENTS FROM THE EISCAT SVALBARD RADAR OVER A SOLAR CYCLE

L. M. Bjoland, V. Belyey, U. P. Løvhaug, C. La Hoz

Department of Physics and Technology, University of Tromsø

N-9037 Tromsø, Norway

lindis.m.bjoland@uit.no

Incoherent scatter radar measurements are an important source for studies of ionospheric plasma parameters. Data from the EISCAT Svalbard radar (ESR), which covers the polar cap and cusp, can be used to obtain information about the electron density, electron- and ion temperature, and line-of-sight plasma velocity from an altitude of about 50 and up to 1600 kilometers. As the ESR started operations in 1996, the accumulated database up to 2012 covers 16 years, giving a unique overview of the ionosphere over Svalbard during more than one solar cycle.

An important application of the ESR long-term database is to evaluate ionospheric models such as the International Reference Ionosphere (IRI) model. IRI is a global empirical model widely used in space weather related activities. The IRI model is based on measurements from several data sources including ionosondes, incoherent scatter radars, topside sounders and in situ instruments on satellites and rockets. The model is improved as new data become available. IRI provides monthly averages of electron density and temperature and ion temperature and composition from an altitude of 50 to 2000 km.

We have compared the electron density data from the ESR with the predicted electron density from the IRI model. Our results show that the IRI model in general fits the ESR data well. However, the model seems to underestimate the electron density at lower altitudes, particularly during winter months. Towards solar minimum the model begins to be less accurate also at higher altitudes. This comparison between ESR data and the IRI model serves two important purposes: to validate the IRI model at high latitudes and to improve the IRI model by assimilation of the ESR data set.

**FLAMING AURORAL RAYS
AND NATURALLY ENHANCED ION ACOUSTIC LINES**

B. Gustavsson

*The Swedish Institute of Space Physics
S-981, 28 Kiruna, Sweden
bjorn.gustavsson@irf.se*

Flaming auroral rays Naturally Enhanced Ion Acoustic Lines (NEIALs) and are short-lived, ~ 0.2 -1 s duration, dynamical phenomena aligned with the magnetic field seen close to magnetic zenith with optical and incoherent scatter radar observations.

In this study we present analysis of optical observations flaming rays and NEIALs. Both white-light and multi-monochromatic optical observations will be presented. Spectra imaging was made with narrow-band interference filters for the 7774 Å emission from atomic Oxygen and 6730 Å emissions from molecular Nitrogen, and operated at 32 frames/s imaging a 6 by 6 degrees field-of-view around magnetic zenith.

From such image data it is possible to extract the intensity variation along the altitude extent of the ray in the 7774 and 6730 emissions. From the altitude variation of the emissions we estimate the energy spectra of the electron precipitation and its variation with time. The estimated electron spectra are characterized and compared to theoretical models for flaming auroral rays.

Incoherent Scatter Radar observations with multiple receive antennas cross-spectra can be estimated, these can be used to determine the angle-of-arrival and horizontal motion of strong back-scattering targets. In this report we use the 32-m and 42-m EISCAT Svalbard radar antennas and the additional EASI receivers to determine the foot-point of the NEIAL-structures.

Comparison between the optical and radar results will be presented.

**AUTOMATIC ALGORITHM OF Ne PROFILE RESTORATION
FOR SOLAR ACTIVITY MINIMUM PERIOD**

**S. S. Alsatkin, O. I. Berngardt, A. V. Medvedev, B. G. Shpynev,
K. G. Ratovsky, A. L. Voronov**

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS

Irkutsk, Russia

alss@iszf.irk.ru

We develop the automatic algorithm of electron concentration profile restoration on the base of approximation by model Chapman functions. The calculation of Chapman functions parameters is carried out with a help of iterative scheme based on finding the discrepancy functional minimum. The obtained results are in good accordance with experimental data and program functioning has no need in human interference.

INVESTIGATION OF THE IONOSPHERIC ALFVEN RESONATOR CHARACTERISTICS USING DATA OF OBSERVATION IN ANTARCTICA AND EURASIA

N. A. Baru¹, A. V. Koloskov¹, Yu. M. Yampolskiy¹, R. A. Rahmatullin²

¹*Institute of Radio Astronomy, NAS of Ukraine, Kharkov*

4, Krasnoznamennaya st., Kharkov, 61002, Ukraine

²*Institute of Solar-Terrestrial Physics of RAS, Siberian branch*

126-a, Lermontova Str., Irkutsk, 664033, Russia

baru@rian.kharkov.ua

Data of monitoring of the geomagnetic field at ULF-ELF frequencies were used for studying of the characteristics of the Ionospheric Alfvén Resonator (IAR). The observations are carried out by the authors in Antarctica at the Ukrainian Antarctic Station (65°15' S., 64°16' W), in Ukraine at the Low Frequency Observatory of IRA NASU (49°56' N, 36°57' E) and in Siberia at the Sayansk Sun Observatory Mondy (51°37' N, 100°55' E). Monitoring is performed by identical magnetometers which record variations of the horizontal components of the geomagnetic field in absolute units. The seasonal and diurnal dependences of the IAR parameters were analyzed for one year period. This made it possible to determine the following regularities in the parameter behavior. First, the occurrence probability of the spectral resonance structure shows the maximum during the late autumn and winter. Second, the diurnal maximum in the probability of occurrence of the resonance lines corresponds to the local midnight while the minimum to the local midday. The IAR parameters were cross-correlated with the ionospheric characteristics. It has been shown reliably that frequency separation between adjacent spectral maxima is dependent on the critical frequency of the F2 layer. This has allowed to the authors to develop a technique for estimating this parameter of the ionosphere [1]. The high-frequency (up to 40 Hz) modes of the IAR were detected. As a rule, the spectral structures like these are formed under quiet ionospheric and geomagnetic conditions. A comparative analysis of the registration time intervals of these modes was made for all the observation sites. The “splitting” of IAR maxima into two “satellites” was first detected. The effect is observed during the late autumn and winter. The “splitting” occurs more frequently for the second-order resonance mode. Another feature shown by the IAR is quasiperiodic fluctuations of its eigenfrequencies with the characteristic period about several hours, which effect is apparently associated with passage of traveling ionospheric disturbances above the observation sites.

Literature

1. A.V. Koloskov, N.A. Baru. F-layer critical frequency determination from Ionospheric Alfvén resonance observations. Ukrainian Antarctic Journal, 2011/2012, № 10–11, p. 114–120 (in Russian).

METHODS AND RESULTS OF THE LOWER IONOSPHERE DIAGNOSTICS ON THE BASE OF THE POWERFUL RADIO EMISSION EFFECT OF THE «SURA» HEATING FACILITY

N. V. Bakhmetieva, V. D. Vyakhirev, E. E. Kalinina, V. L. Frolov

Radiophysical Research Institute

Bolshaya Pecherskaya Str., 25/12a, Nizhniy Novgorod, Russia

nv_bakhm@nirfi.sci-nnov.ru

We describe some methods and present new results of the lower ionosphere soundings on the base of “heating” experiments at the “Sura” facility.

1. The Method of the Resonance Scattering of the radio waves from artificial periodic inhomogeneities (API) of the ionospheric plasma made it possible to measure main neutral and plasma parameters of the Earth atmosphere. They are profiles of the electron density from the lower D-region up to the F-layer maximum; densities of the main metallic ions in sporadic-E layers; regular vertical velocities in the D- and E-regions of the ionosphere; turbulent velocities and the turbopause height; the neutral temperature and the density at the E-region heights; parameters of internal gravity waves and their spectral characteristics; parameters of the irregular structure of the lower ionosphere including the stratification of the regular E-layer; the relative concentration of the negative oxygen ions in the D-region. The API studies are based upon an observation of the Bragg backscattering of probe radio waves from the artificial periodic structure created by powerful HF radio waves.

2. The Method of the Partial Reflection based upon the radio wave scattering from natural inhomogeneities of the ionospheric D-region lets measure the profile of the electron density at the height region of 60–90 km, the regular motion velocity and the turbulence intensity.

3. Using the Method of the Vertical Sounding of the ionosphere disturbed volume modified by powerful HF radio waves, we study disturbances of the electron temperature and the electron density of the D and E regions caused by the ionosphere heating and a response of the sporadic-E layer to the ionosphere modification powerful HF radio waves.

4. The Method of the Oblique-Backscatter Sounding from artificial anisotropic irregularities of the ionospheric plasma allowed us to measure their parameters with transverse scale of the irregularities of 50–150 m and to investigate their dynamics. Simultaneous vertical and oblique sounding of the disturbed ionosphere volume let study mechanisms of the propagation of the artificial disturbances from the region of the resonance interaction of the pump wave and the ionospheric plasma to lower altitudes in the E-region.

We present some results obtained recently by these methods. The “Sura” heating facility was used for creation of the disturbed region in the ionosphere.

The work was supported by the Russian Foundation of Basic Research

(project Nos. 13-02-97067 and 13-05-00511)

and the Russian Government (contract No. 14.518.11.7056).

ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ИОНОСФЕРЕ В ТЕЧЕНИЕ МАГНИТНЫХ БУРЬ В ЯНВАРЕ 2010 г. И АВГУСТЕ 2011 г.

В. П. Бурмака¹, Л. Ф. Черногор^{1,2}

¹Институт ионосферы НАН и МОН Украины

ул. Краснознаменная, 16, г. Харьков, Украина

viktor_burmaka@ukr.net

²Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

пл. Свободы, 4, г. Харьков, Украина

Leonid.F.Chernogor@univer.kharkov.ua

Магнитная буря (МБ) наблюдалась с 20 на 21 января 2010 г. по значениям параметров космической погоды ее можно отнести к умеренным, индекс K_p не превышал 4. Измерения на радаре некогерентного рассеяния Института ионосферы были проведены с 20 по 22 января 2010 г.

Амплитуды волновых возмущений (ВВ) электронной концентрации δ_q во время главной фазы МБ были примерно в два раза меньше, чем в другие дни. 20 января преобладало ВВ с периодом около 60 мин, а 21 и 22 января – с периодом около 120 ч. Во все дни максимальные значения δ_q наблюдались на высотах 200 – 250 км. Относительные амплитуды ВВ электронной концентрации δ_N в дневное время имели значения около 10 % 20 и 21 января и 15 – 20 % 22 января. В ночное время 20 января δ_N достигали 40 %, а 21 января – 30 %.

МБ 5 – 6 августа 2011 г. можно отнести к сверхсильным индекс K_p достигал 8. Измерения на радаре некогерентного рассеяния Института ионосферы были проведены с 3 по 8 августа 2011 г.

3 августа в дневное время ВВ были выражены слабо. Резкое увеличение δ_q и δ_N имело место во время движения солнечного терминатора. 4 и 5 августа уровень вариаций δ_q и δ_N в дневное и ночное время заметно вырос. Ионосферная буря привела к уменьшению значений δ_q , а также к изменению спектрального состава δ_q и δ_N . Во все сутки наибольшие вариации δ_q и δ_N отмечались на высотах 200 – 310 км.

THE TECHNIQUE OF MID-LATITUDE COHERENT ECHO OBLIQUE PROFILE PROCESSING

K. V. Grkovich, O. I. Bergardt

Institute of Solar-Terrstrial Physics SB RAS

Irkutsk, Russia

grkovich@iszf.irk.ru

Some of Irkutsk Incoherent Scatter (IS) radar power profiles demonstrate signatures of smooth-shaped powerful signals. These profiles occur during strong magnetic storms and can last continuously for hours. This study proves these profiles to contain information about scattering irregularities that cause coherent echo. We also present a technique for calculating parameters of these scattering irregularities. The developed method uses data of Irkutsk Incoherent Scatter radar. The technique is shown to have necessary accuracy (height and thickness resolution is about 2.5 km, aspect sensitivity resolution is 5dB/degree). We also present the results of Irkutsk IS radar data processing. The processed data was obtained during September 25–26, 1998, and July 15–16, 2000 magnetic storms. High temporal resolution of the data allowed us to observe temporal variations of the irregularities layer parameters. The data processing shows the average thickness and height of the layer to agree well with data obtained by other investigators. The average layer height is 110-120km, the average layer thickness is 5km, the average aspect sensitivity is 15dB/degree. The temporal variations of the aspect sensitivity are observed by us for the first time and require additional studying.

ЭФФЕКТЫ РАССЕЯНИЯ ВЧ СИГНАЛОВ НА ПЛАЗМЕННЫХ НЕОДНОРОДНОСТЯХ ПОЛЯРНЫХ ОВАЛОВ

А. В. Зализовский, С. Б. Кашеев, И. И. Пикулик, А. А. Сопин, Ю. М. Ямпольский

Радиоастрономический институт НАН Украины

Украина, Харьков, ул. Краснознаменная, 4

zaliz@rian.kharkov.ua

Последние десятилетия в РИ НАНУ развивается концепция использования уже существующего в природе излучения для диагностики состояния окружающей среды. В этих целях весьма удобно использовать радиосигналы станций службы точного времени, поскольку они максимально детерминированы. В настоящей работе приведены результаты зондирования ионосферы сигналами радиостанций РВМ (Москва, Россия), и CHU (Оттава, Канада). Приемные пункты располагались на Украинской антарктической станции (УАС) «Академик Вернадский» и на Радиоастрономической обсерватории (РАО) РИ НАНУ им. Брауде (Харьковская область). Приведены результаты спектральной и временной селекции путей распространения сигналов на сверхдальних радиоперелиниях с приемным пунктом на УАС. Выделены спектральные компоненты, распространяющиеся путем рассеяния на ионосферных неоднородностях полярных овалов. Сравнение данных 2010 и 2011 годов показывает усиление эффектов рассеяния на ионосферных неоднородностях полярных овалов на сверхдальних радиоперелиниях в 2011 году.

Также приведены результаты измерений параметров импульсных сигналов станции РВМ, принятых на РАО, которые распространялись на частотах выше МПЧ для прямой трассы. В принятом на ненаправленную антенну многомодовом сигнале исследованы доплеровские сдвиги частоты и времена группового запаздывания отдельных составляющих. С помощью высоконаправленной антенны измерены азимутальные зависимости принятой мощности сигнала. Показано, что распространение электромагнитной энергии между приёмным и передающим пунктами происходит по нескольким различным трассам, которые отличаются протяжённостью, положением в пространстве и временем существования. Предложено объяснение времени групповой задержки отдельных модов и периода их существования. Показано, что основная составляющая мощности принятого сигнала в спокойных геомагнитных условиях определялась сигналами двухпозиционного ВЧЗ с юго-восточного направления, а во время магнитного возмущения – рассеянием на границе полярного овала.

CREATION OF A MULTI-POSITION SYSTEM OF HF DIAGNOSTICS OF DYNAMIC PROCESSES IN THE POLAR IONOSPHERE

A. V. Koloskov, Y. M. Yampolsky, C. La Hoz, A. Brekke, V. Beley,
S. B. Kascheev, I. I. Pikulik

Institute of Radio Astronomy of NASU

4, Chervonopraporna Str, Kharkiv, 61002, Ukraine

koloskov@rian.kharkov.ua

The paper presents the construction principles of the system of ionospheric diagnostics consisting of spaced receiving facilities of the HF frequency band. At the moment, the system includes seven receivers located at the KHO Observatory (Norway, Svalbard), Tromsø (Norway), Low-Frequency Observatory of IRA NASU (Kharkov region, Ukraine), Lagos (Nigeria), Ukrainian Antarctic Station (Antarctica), Irkutsk (ISTP SB RAS, Russia) and Jicamarca Radio Observatory (Peru). The first four sites are Internet-controllable and the measured data are available in real time at the web page <http://geospace.com.ua/data.html> of the Department of Radiophysics of Geospace of IRA NASU. The paper describes the hardware and software of the receiving facilities, as well as the techniques of remote control of the facilities via Internet, uploading, automatic processing and visual representation of the observational data. The ionospheric diagnostic is based on the Doppler method which implies monitoring the spectra of probe signals reflected from the ionospheric layer. Interaction with time-varying ionospheric plasma leads to changes in the signal frequency known as the Doppler frequency shift (DFS). By analyzing the DFS and signal intensity variations it proves possible in some cases to identify the mechanism of interaction of the probe signals with the near-Earth plasma inhomogeneities and perform reconstruction of the model ionospheric parameters. Broadcasting radios and special transmitters, including HF heating facilities, are used as sources of the probe signals. It should be noted that HF heater pump waves can themselves generate ionospheric irregularities which effect is observed, for example, in the case of the “self-scattering effect” [1]. The system is also used for studying the characteristics of wavelike processes at ionospheric heights, changes in the near-Earth plasma environment during solar eclipses and other ionospheric perturbations.

Literature

1. A.V. Zalizovski, S.B. Kascheev, Y.M. Yampolsky, V.G. Galushko, V. Beley, B. Isham, M.T. Rietveld, C. La Hoz, A. Brekke, N.F. Blagoveshchenskaya, and V.A. Kornienko. Self-scattering of a powerful HF radio wave on stimulated ionospheric turbulence. – Radio Science, 2009, v. 44, RS3010, doi:10.1029/2008RS004111.

BEHAVIOR OF LIGHT IONS OVER KHARKIV: THE RESULTS OF OBSERVATION USING INCOHERENT SCATTER TECHNIQUE

D. V. Kotov

*Institute of Ionosphere of NAS and MES of Ukraine
16, Chervonopraporna str., Kharkiv, 61002, Ukraine
dmitrykotoff@gmail.com*

The features of altitude and temporal daily and seasonal variations in H^+ ions concentrations in the topside ionosphere over Ukraine for the full cycle of solar activity (the years of 2000 – 2012) obtained using Kharkiv IS radar are presented.

It is found, that this variations in many cases differ significantly from variations, providing the International Reference Ionosphere-2012 model (TTS and Danilov-Yaichnikov models).

For the first time, the variations in concentration and fraction of He^+ ions are obtained using Kharkiv IS radar. This variation are compared with the variations obtained using the Arecibo and Jicamarca radars. The significant quantitative and qualitative differences in variations of the $N[He^+]$ and $N[He^+]/N$ parameters according to all three radars data are found and explained.

For the first time, in the mid-latitudes altitude and temporal regions with significantly He^+ concentration depletion were observed using incoherent scatter technique. The most interesting event was observed in the night from 16 to 17 October 2001. For this night the high electron temperature values (reaching the daily values) was registered in the time and at the altitudes corresponding the He^+ concentration depletion (up to two orders of magnitude) region (at the altitude of about 950 km and from about 20:00 LT to 04:00 LT). It appears that the most probable cause of this phenomenon was the presence of equatorial plasma bubbles at the appropriate time at the altitude of one Earth radius above the geomagnetic equator.

DYNAMIC AND THERMAL PROCESSES IN THE GEOSPACE PLASMA DURING AUGUST 5 – 6, 2011 MAGNETIC STORM

M. V. Lyashenko

Institute of Ionosphere of NAS and MES of Ukraine

16, Chervonopraporna str., Kharkiv, 61002, Ukraine

mlyashenko@ya.ru

The modeling results of dynamic and thermal process parameter variations in geospace over Ukraine during August 5 – 6, 2011 magnetic storm are presented. The sudden commencement of the magnetic storm took place on August 5, 2011 at 19:03 UT. The maximum deviation of D_{st} -index was -113 nT, the planetary Kp -index value was 8–, auroral activity index $AE_{\max} = 1741$ nT.

The experimental data (N , T_e , T_i , V_z) obtained by the Kharkov incoherent scatter radar were used for the simulation of the dynamic and thermal process parameters.

Calculations of the plasma transfer velocity due to ambipolar diffusion were carried out. It was found that at the time of the magnetic storm main phase there was an increase an increase of the downward velocity v_{dz} to the values -22 , -50 and -150 m/s at the altitudes 250, 300 and 350 km, respectively.

The results of the zonal electric field value assessment in quiet conditions and during a magnetic storm were presented. The calculations show that during the magnetic storm main phase value E_y reached values of -17 mV/m. In quiet conditions the magnitude of the zonal component of the electric field did not exceed -5 mV/m.

The calculations of the plasma transport velocity vertical component due to electromagnetic drift were carried out. In the magnetic storm main phase the v_{EB} velocity reached values 430 m/s, whereas in quiet conditions plasma transport due to electromagnetic drift is almost absent.

Simulation of the variation of the neutral wind velocity meridional component during magnetic storms over the Ukraine was carried out. Calculations shows that the highest velocity of v_{nx} occurred in the altitude range 200 – 300 km and reached a value of -500 m/s. In quiet conditions, the velocity of v_{nx} varies from -60 to -120 m/s in this altitude range.

During the main phase of the magnetic storm (August 6, 2011) occurred decrease in the energy value transferred to the electron gas by 15 – 27% and increase in the heat flux density carried by electrons from the plasmasphere into the ionosphere by 25 – 76% in the altitude range 200 – 300 km.

It is shown that the effects of the magnetic storm on August 5 – 6, 2011 quite clearly manifested in the variations of the dynamic and thermal processes in the geospace plasma over Ukraine.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПУЛЬСАЦИЙ КЛАССА РС-1 В РЕГИОНЕ АНТАРКТИЧЕСКОГО ПОЛУОСТРОВА

А. В. Пазнухов, А. В. Колосков, А. В. Зализовский, Ю. М. Ямпольский

Радиоастрономический институт НАН Украины

Украина, Харьков, ул. Краснознаменная, 4

raznukhov@rian.kharkov.ua

В последнее время исследование процессов, происходящих в ближнем космосе, привлекает все большее внимание ученых. Это обусловлено в первую очередь бурным развитием космических технологий и все большей зависимостью земной цивилизации от них. Одним из параметров околоземного пространства, измеряемом на поверхности Земли, являются вариации магнитного поля, проявляющиеся, в частности, в виде геомагнитных микропульсаций (ГМП). Их появление, поляризационные, частотно-временные и пространственные характеристики зависят от состояния ионосферы, магнитосферы и солнечной активности. В рамках готовящегося российского спутникового проекта «Резонанс» сотрудниками РИ НАНУ предполагается использовать микропульсации класса РС-1 для наземно-космической интерферометрии магнитосферы. Эта задача требует проведения ретроспективного анализа данных наземных магнитометрических наблюдений для установления закономерностей их появления в зависимости от возмущенности магнитного поля Земли (МПЗ).

В данной работе исследованы характеристики наиболее высокочастотных микропульсаций, класса РС-1, регистрируемых в диапазоне от 0,2 до 5 Гц. Радиоастрономическим институтом НАН Украины уже более 10 лет проводятся систематические магнитометрические измерения в этом диапазоне на Украинской антарктической станции «Академик Вернадский». Следует отметить, что антарктический регион является уникальным, поскольку здесь практически отсутствуют местные электромагнитные помехи, связанные с человеческой деятельностью, а также помехи от ближних гроз.

Авторами разработан алгоритм обнаружения микропульсаций класса РС-1, так называемых «жемчужин». На основе 5-летнего массива УНЧ – СНЧ данных, полученных на станции «Академик Вернадский», восстановлены суточные и сезонные распределения частоты появления ГМП. Установлена значительная межгодовая изменчивость возникновения пульсаций, хорошо коррелирующая с поведением планетарного Ар-индекса, характеризующего возмущения МПЗ. Проанализированы спектральные характеристики исследуемых пульсаций.

WAVE DISTURBANCES IN THE IONOSPHERE OVER KHARKIV, UKRAINE, ACCOMPANYING EISCAT HEATER EXPERIMENTS

S. V. Panasenko

Institute of Ionosphere of NAS and MES of Ukraine

16, Chervonopraporna str., Kharkiv, 61002, Ukraine

Sergii.V.Panasenko@gmail.com

The ionospheric modification by high power HF radio waves is a kind of the active experiments conducted regularly after the putting in use the ionospheric heating facilities in USA, Norway, Russia (former USSR), etc. Large scale disturbances during heating experiments have been detected at the distances of the order of 1000 km, along with local effects. They appear in the F region as traveling ionospheric disturbances (TIDs) related to generation and propagation of acoustic-gravity waves (AGWs) in the upper atmosphere. Such disturbances were determined to be strongly depending on space weather conditions, the time of day, season of the year, the mode of the heating facility operation, etc. Since the parameters of artificially induced TIDs yield values to be less or of the order of those caused by natural sources, long-term, regular measurements are needed to identify these TIDs and estimate their parameters during different space weather conditions.

In 2012 a coordinated experimental campaign has been conducted. Facilities employed in it included EISCAT Heater, Dynasonde and incoherent scatter (IS) radar, located near Tromsø, Norway as well as IS radar and ionosonde, located near Kharkiv, Ukraine. The experiments have been done at the morning hours (05:00 – 11:00 UT) on November 22 – 24. The ionospheric heater transmitted radio waves having a frequency from 4.04 to 7.10 MHz. Its operating modes were 9 min on, 6 min off and 15 min on (continuously or ± 2 min square wave modulation), 15 min off. The effective radiated power increased from 140 to 850 MW being dependent on pump frequency and antenna array. Antenna beam was directed to magnetic zenith.

The diagnostics of ionospheric plasma has been performed by Kharkiv IS radar being at the distance of about 2400 km. We have detected the TIDs over Kharkiv with periods of 40 – 80 min and occurred in the time range between 08:00 and 10:00 UT on November 22 and between 09:30 and 11:00 on November 23. The duration of these disturbances has not exceeded 120 – 180 min. The relative amplitudes of the TIDs in electron density ranged from 0.05 to 0.15 and those in electron and ion temperatures were about 0.02 – 0.05.

The possible mechanisms for the generation of AGWs and TIDs by high power HF radio waves are sharp thermal gradients at the edge of the heated region and modulation of the ionospheric current systems by periodic high power radio transmission.

НЕДЕЛЬНЫЕ ВАРИАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАК ПРОЯВЛЕНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ

А. В. Соина, А. В. Пазнухов, Ю. М. Ямпольский, Е. М. Занимонский

Радиоастрономический институт НАН Украины

г. Харьков, ул. Академика Проскуры, 12

aditu@rian.kharkov.ua

Деятельность человечества за последнее столетие оказала огромное влияние на природу Земли. Изменился состав атмосферы, появились новые виды загрязнений – химическое, тепловое, радиационное и т. д. Кроме того было обнаружено подчинение некоторых параметров окружающей среды сугубо социальной, семидневной цикличности. В конце XX века были опубликованы первые работы описывающие региональные изменения климата связанные с недельными вариациями, а за последующие два десятилетия данный эффект, получивший название «Эффект выходного дня» (ЭВД), был замечен и в других уголках земного шара, в том числе на территориях не подверженных интенсивной техногенной нагрузке.

Наиболее четко ЭВД проявляется в поведении характеристик атмосферы, поэтому авторами был проведен поиск недельного цикла в отклонении средней температуры воздуха над Европой, как крупного индустриального центра, и Экваториальной Африкой, как региона с минимальной техногенной нагрузкой.

Кроме того был осуществлен оригинальный поиск ЭВД в уровне глобальной грозовой активности за 2007–2012 гг. Обнаруженные недельные вариации среднесуточной мощности СНЧ сигналов, порождаемых мировой грозовой активностью, за весь многолетний период наблюдений, оказались несколько выше уровня статистической погрешности.

Однако, несмотря на все проводимые исследования, вопрос о глобальном характере эффекта выходного дня все еще остается открытым. В качестве параметра отражающего общепланетарное воздействие человеческой деятельности может выступать недельный цикл в угловой скорости вращения Земли. В результате проведенного статистического анализа была выявлена семидневная периодичность в длительности земных суток с хорошо выраженным максимумом в пятницу.

Наши дальнейшие усилия направлены на построение физической модели указанного явления для обоснования техногенной природы эффекта выходного дня в различных параметрах окружающей среды.

ESTIMATION OF THE PLASMASPHERE ELECTRON DENSITY AND O^+/H^+ TRANSITION HEIGHT FROM IRKUTSK INCOHERENT SCATTER DATA AND GPS TOTAL ELECTRON CONTENT

D. S. Khabituev, B. G. Shpynev

Institute of Solar-Terrestrial Physics

Irkutsk, Russia, Lermontova str., 126

Khabituev@iszf.irk.ru

We suggest the calculation's plasmasphere and upper ionosphere electron density technique and transition level O^+/H^+ , based on the combination of Irkutsk Incoherent Scatter Radar (ISR) experimental data and GPS TEC data. The main idea of the presented technique here is the estimation of difference between GPS TEC and total content of ionospheric electrons derived from Irkutsk's ISR power profiles. As the model we use modified Chapman function where O^+/H^+ transition level is used as parameters. The data from 1998–2005 years were process on the base of this technique. The investigations of seasonal and daily variations of transition height O^+/H^+ were performed in different geomagnetic activity's period. It is shown that the plasmasphere electron content can reach 50% to GPS TEC, and the input from plasmasphere can influence on GPS TEC variations significantly.

**МЕЖЛУЧЕВАЯ КРОССКОРРЕЛЯЦИОННАЯ ОБРАБОТКА
ДАННЫХ ВЧ НАБЛЮДЕНИЙ ИОНОСФЕРНЫХ МЕРЦАНИЙ**
О. В. Чаркина¹, В. Г. Безродный¹, Б. Воткинс², В. Г. Галушко¹, Ю. М. Ямпольский¹

¹*Радиоастрономический институт НАН Украины*

ул. Краснознаменная, 4, Харьков, 61002, Украина

charkina@rian.kharkov.ua

²*Университет Аляски*

Фэйрбенкс, США

Исследовано влияние уровня флуктуаций интенсивности космического фона на точность определения параметров энергетического спектра мерцаний дискретных космических источников (ДКИ) на неоднородностях электронной концентрации F-слоя ионосферы. Предложена методика существенного снижения вклада флуктуаций интенсивности галактического фона при восстановлении характеристик ионосферных мерцаний ДКИ по данным наблюдений 49-ти и 64-х лучевых радиометрических комплексов, работающих на частоте 38.2 МГц. В качестве примера приведены результаты измерений, выполненных с использованием 64-х лучевого устройства такого типа, расположенного вблизи пос. Гакон (Аляска, США).

STUDY OF IONOSPHERIC DYNAMICS DURING THE SOLAR ACTIVITY GROWTH PERIOD

A. A. Shcherbakov, A. V. Medvedev, D. S. Kushnarev

Institute of Solar-Terrestrial Physics

Irkutsk, Russia

scherbakov@iszf.irk.ru

The ionosphere is a part of the Sun-Earth system, the physical processes taking place in it are complex. They are caused by the absorption and transformation of energy that comes to us from various sources in the external and internal geosphere, such as solar radiation, solar wind, magnetosphere, human impact, etc. The main purpose of this work is the experimental study of the ionospheric plasma dynamics: neutral and ionized components interaction, neutral wind and plasma drift speeds calculation, their impact on the ionospheric parameters variation during solar activity growth phase, 2012–2013. Due to the high solar activity, and thus a higher electron density, we can cover a larger range of heights in our research, and more accurately measure the drift velocity of the plasma along the line of sight radar, and calculate diffusion and neutral winds with greater precision.

Work funds by RFBR, grant №12-05-31019_мол_a

Posters

РЕЗУЛЬТАТЫ ИОНОЗОНДОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ КРУПНОМАСШТАБНЫХ АПЕРИОДИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ В НИЖНЕЙ ИОНОСФЕРЕ

Л. Ф. Черногор¹, В. Л. Фролов², В. В. Барабаш³

¹Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

г. Харьков, Украина

²Научно-исследовательский радиофизический институт

г. Нижний Новгород, Россия

³Институт ионосферы НАН и МОН Украины

г. Харьков, Украина

Представлены результаты наблюдения изменений параметров ионограмм. Данные изменения сопровождались воздействием на ионосферную плазму мощного радиоизлучения стенда «Сура». Как инструмент наблюдения использовались ионозонды различных систем. Для расширения зоны наблюдения и определения степени влияния излучения использовались данные ионозондов в городах Нижний Новгород (Россия), Москва (Россия), Харьков (Украина), и Прухониц (Чехия). Удаление средств диагностики от стенда «Сура» составляло в пределах от 560 до 2200 км. При обработке ионограмм со станций Нижний Новгород и Москва в отдельных случаях были отмечены дополнительные слои ионизации. Критическая частота этих слоев составляла 2,6 – 3,4 МГц. Их действующая высота была 120 – 160 км, а истинная – около 110 – 130 км.

Возникновение дополнительных слоев ионизации ниже 100 км контролировалось по увеличению частоты f_{\min} . Для станции Москва в дневное время эта частота увеличивалась примерно на 1 МГц, в ночное время она практически не изменялась. Менее значительными (0,3 – 0,4 МГц) были вариации f_{\min} во все времена суток на ионограммах станций Харьков и Прухониц.

Увеличение f_{\min} свидетельствовало о росте концентрации электронов N и поглощения зондирующих радиоволн. Оценки увеличения N показали, что она увеличивалась в нижней ионосфере в среднем по высоте в 3; 1,4 и 1,3 раза над ионозондами в Москве, Харькове и Прухонице.

Эффекты, описанные в работе, скорее всего, связаны со среднеширотным высыпанием электронов из внутреннего радиационного пояса. По оценкам плотность потока частиц составляла $10^8 \div 10^9 \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$. Увеличение концентрации электронов при этом в дневное время составило 2 – 3 раза.

ЭФФЕКТЫ СОЛНЕЧНОГО ТЕРМИНАТОРА В СРЕДНЕЙ ИОНОСФЕРЕ: РЕЗУЛЬТАТЫ ДОПЛЕРОВСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

А. Н. Вовк, Л. Ф. Черногор

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

4, пл. Свободы, г. Харьков, 61022, Украина,

Leonid.F.Chernogor@univer.kharkov.ua

Цель работы – экспериментальное исследование реакции средней ионосферы (высоты 100 – 300 км) на прохождение солнечного терминатора. В докладе представлены результаты исследования средней ионосферы при помощи доплеровского радара вертикального зондирования. Наблюдения выполнены в Радиофизической обсерватории ХНУ имени В. Н. Каразина (49°38' с.ш., 36°20' в.д.). Основные параметры радара: диапазон частот – 1 – 24 МГц, импульсная мощность радиопередающего устройства – 1 кВт, длительность зондирующего импульса – 500 мкс, частота повторения импульсов – 100 Гц, коэффициент усиления антенны 1–10 в зависимости от частоты радиоволны. Погрешность оценки доплеровского смещения частоты (ДСЧ) – 17 мГц, диапазон стробирования высот – 75 – 450 км.

Для анализа временных рядов применялся системный спектральный анализ на основе оконного, адаптивного преобразований Фурье и вейвлет-преобразование. Анализировались также энергограммы (зависимость энергии колебаний от периода). Для основных параметров возмущений в ионосфере строились гистограммы.

Наблюдение выполнены для четырех характерных геофизических периодов – весеннего и осеннего равноденствий, а также летнего и зимнего солнцестояний в период возрастающей солнечной активности (2011 – 2013 гг.).

Анализировались временные вариации ДСЧ радиосигналов, отраженных от E- и F- областей ионосферы. Обработано более 120 событий прохождения как утреннего, так и вечернего терминаторов. Подтверждено, что в дневное и ночное время постоянная составляющая ДСЧ, как правило, была близка к нулю. Часто имели место колебания ДСЧ с амплитудой около 0.1 Гц и периодами 10 – 30 мин. Вблизи моментов прохождения терминатора постоянная составляющая ДСЧ увеличивалась/уменьшалась в утреннее/вечернее время на 0.2 – 0.3 Гц. Длительность этого процесса составляла 3 – 4 ч. Движение терминатора также сопровождалось генерацией (усилением) квазипериодических вариаций ДСЧ. Амплитуда колебаний изменялась от 0.2 до 0.5 Гц (наиболее вероятное 0.35 ± 0.05 Гц), период – от 10 до 25 мин (наиболее вероятное значение 20 ± 5 мин).

Проведено численное моделирование основных эффектов, вызванных движением солнечного терминатора. Результаты наблюдений соответствуют результатам расчетов.

ФЛУКТУАЦИИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ, СОПРОВОЖДАВШИЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ИОНОСФЕРУ МОЩНОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

А. В. Давиденко, Л. Ф. Черногор

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, Харьков, Украина

пл. Свободы, 4, г. Харьков, Украина

nedgem.list@mail.ru

Цель доклада – изложение результатов экспериментального исследования воздействия мощного радиоизлучения нагревного стенда «Сура» (Н. Новгород, Россия) на ионосферу. Диагностика геомагнитных возмущений производилась при помощи магнетометра-флюксметра, расположенного вблизи г. Харькова, Украина. Эксперимент проводился с 28 по 30 августа 2012 г. Продолжительность нагрева и пауз составляла 30 мин. Эффективная мощность равнялась 70 – 75 МВт.

В результате эксперимента были обнаружены два типа эффектов: аperiодические и квазипериодические увеличения амплитуды колебаний уровня поля от 1 до 2 нТл с временами запаздывания 10 – 15 мин и 50 мин соответственно. Их продолжительности составляли 10 – 15 и 30 – 50 мин.

Аperiодические возмущения объясняются возмущением параметров системы Земля – атмосфера – ионосфера – магнитосфера, точнее передачей возмущений от ионосферы к магнитосфере, за которым последовало высыпание энергичных электронов из радиационного пояса в ионосферу. Периодические возмущения обусловлены генерацией и распространением внутренних гравитационных волн. В обоих случаях возмущения концентрации электронов приводили к изменению тензора проводимости ионосферы на высотах динамо-области (100 – 150 км). Это приводило к генерации аperiодических всплесков и квазипериодических вариаций геомагнитного поля.

Выполнены теоретические оценки, которые хорошо согласовались с данными наблюдений.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АВТОКОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ СИГНАЛА НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ

Д. А. Искра

Институт ионосферы НАН и МОН Украины

ул. Краснознаменная, 16, г. Харьков, Украина

iskradmitriy@gmail.com

Для определения параметров ионосферной плазмы на радаре некогерентного рассеяния Института ионосферы используется корреляционная обработка сигнала рассеяния. Одним из этапов обработки является преобразование сигнала в цифровой вид и вычисление его автокорреляционной функции (АКФ). Существующий коррелятор радара выполнен на основе жесткой логики, интервал дискретизации входного сигнала составляет около 30 мкс. На высотах свыше 600 км вследствие уменьшения интервала корреляции среды [1], информативными часто оказываются только первые 4–5 отсчетов АКФ. Для уменьшения неопределенности при решении обратной задачи частоту дискретизации входного сигнала необходимо увеличивать.

Современное состояние вычислительной техники позволяет реализовать определение АКФ чисто программными средствами. Разработанный в Институте ионосферы современный коррелятор использует модуль АЦП E20-10. Модуль имеет 4-канальную архитектуру с одним 14-разрядным АЦП, коммутатором, входными буферными усилителями, фильтрами в каждом канале. Благодаря входным буферным усилителям, эффект динамических коммутационных помех полностью исключен. Каждый канал имеет ФНЧ 3-го порядка с частотой среза 1.25 МГц, улучшающий соотношение сигнал-шум. Внутренний буфер FIFO размером 8 Мбайт исключает потерю данных.

Для модуля E20-10 было разработано программное обеспечение, позволяющее заменить существующие корреляторы на основе жесткой логики [2]. Интервал дискретизации входного сигнала уменьшен до 5.1 мкс, при этом число отсчетов АКФ возросло в 6 раз.

Выводы. Разработанный коррелятор позволил существенно уменьшить интервал дискретизации входного сигнала и увеличить количество отсчетов АКФ. Тем самым, существенно уменьшилась неопределенность при решении обратной задачи, что позволит повысить точность определения ионосферных параметров на высотах 600–2000 км.

Список литературы: 1. Рогожкин Е.В., Пуляев В.А., Лысенко В.Н. Зондирующие сигналы для исследования ионосферы методом некогерентного рассеяния: монография, Харьков: НТУ «ХПИ». – 2008. – 256 с. 2. Пуляев В.А., Дзюбанов Д.А., Домнин И.Ф. Определение параметров ионосферы методом некогерентного рассеяния радиоволн: монография, Харьков: «Підручник» НТУ «ХПИ». – 2011. – 240 с.

ГЕОКОСМИЧЕСКАЯ БУРЯ 14 НОЯБРЯ 2012 ГОДА: РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ НА ХАРЬКОВСКОМ РАДАРЕ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЙЯНИЯ

С. В. Кацко

Институт ионосферы НАН и МОН Украины

ул. Краснознаменная, 16, г. Харьков, Украина

sophiaharytonova@gmail.com

Многообразие и сложность процессов, возникающих во время геомагнитных возмущений, делают каждую бурю уникальной. Характер их протекания зависит от многих геофизических факторов. Сложность и изменчивость физических процессов, формирующих бурю, зависимость вклада различных физических механизмов от географического региона приводят к большому многообразию наблюдаемых явлений в различных пунктах. Анализ каждой новой бури дает дополнительную информацию для дальнейшего исследования и моделирования физических процессов в системе Солнце – Земля, а также для прогнозирования реакции ионосферы на нестационарные процессы на Солнце в конкретном регионе.

Наблюдения магнитной бури (МБ) 14 ноября 2012 г. проводились с помощью единственного в среднеширотной Европе харьковского радара некогерентного рассеяния метрового диапазона.

Возникновению сильной МБ 14 ноября 2012 г. послужил выброс корональной массы 9 и 10 ноября 2012 г. Значительное магнитное возмущение стало заметным с 18:00 13 ноября. Главная фаза МБ имела место с 00:00 до 06:00 UT (всемирное время) 14 ноября. Максимальные отклонения индексов геомагнитной активности были следующими: $AE_{\max} = 1009$ нТл, $K_p \max = 6+$, $D_{st \min} = -109$ нТл.

Измерения критической частоты показали, что геокосмическая буря сопровождалась над Харьковом ионосферной бурей (ИБ) со знакопеременными фазами, особенностью которой являлось наличие двух положительных фаз возмущения и одной отрицательной. При этом концентрация электронов в максимуме слоя F2 во время положительных фаз увеличивалась до 3 раз, а во время отрицательной фазы уменьшалась до 5 раз. Существенные изменения высоты максимума слоя F2 наблюдались около 03:30 UT 14 ноября: она поднялась до 400 км, тогда как при магнитоспокойных условиях находилась на ~ 275 км.

В течение всей отрицательной фазы ИБ в диапазоне высот 200 – 700 км температуры электронов и ионов увеличились на 200 – 300 и 100 – 200 К соответственно. Во вторую положительную фазу температуры начали уменьшаться, после чего последовала фаза восстановления всех параметров к значениям, характерным для невозмущенных условий.

Результаты наблюдений показали, что сильная МБ 14 ноября 2012 г. поспособствовала возникновению существенных изменений в суточном ходе параметров ионосферной плазмы.

AUTOMATION OF THE CONTROL ACTION FOR THE IS COMPLEX

S. Kozlov¹, V. Pulyayev²

¹*National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”*

Ukraine, Kharkov, str. Frunze 21

kss300@mail.ru

²*Institute of Ionosphere of NAS and MES of Ukraine*

16, Chervonopraporna str., Kharkiv, 61002, Ukraine

pulyaev@kpi.kharkov.ua

The operational parameters of the change of radar systems of the Institute of the ionosphere will improve information content of the data. Settings management equipment Research Observatory of the Institute of the ionosphere that affect the mode of transmission and reception, it is advisable to carry out using the control action. The control action is a prescription, which contains information about the required parameters of the receiving and transmitting equipment and equipment for initial processing.

To automate the formation of the control action is to increase the efficiency of use of the potential of the IS complex:

1. Providing the operator with the relevant data for decision-making.
2. Acceleration of certain operations to collect and process data.
3. Reducing the number of decisions on the measurement mode and the increased scrutiny.
4. Increased efficiency of control.
5. Increasing the validity of decisions.

To form the content of the control action necessary to collect information that differ in composition, properties, significance. To this end, developed software written in HTML and JavaScript with a connection library jQuery script itself. The client program is able to provide real-time information collected from various sources to connect to the database of the Institute of Ionosphere and other research agencies. This software product is an automatic system of collecting information. The software provides the operator with easy access to information, allows you to search the values of the specified criteria, warns about excess parameters thresholds and other process control measurements can be carried out at the request of the operator or to be automated in accordance with the requirements that are generated by the program.

Automation of the control action will simplify the collection of the information necessary to select the mode of operation of the complex, a more economical use of energy resources, improve information content of the data.

ANALYSIS OF VARIATIONS OF THE CRITICAL FREQUENCY f_oF2 OF THE IONOSPHERE OVER KHARKIV DURING TWO SOLAR CYCLES

L. Emelyanov, A. Kononenko

*Institute of Ionosphere of NAS and MES of Ukraine
16, Chervonopraporna str., Kharkiv, 61002, Ukraine
andr.zm.ua@mail.ru*

We analyzed the data of ionozonde “Bazis” of the Institute of Ionosphere, which were obtained for the period of 1997–2012 under different space weather conditions. The results of measurements of the ionospheric F2 layer critical frequency (f_oF2) in characteristic for analysis times of day (noon and midnight) are presented.

It is shown that the temporal variations in f_oF2 correlate with the variations in the solar activity index F10.7.

Extreme values of the f_oF2 trend were near the peaks of the smoothed temporal dependence of F10.7 index. A change in trend $\langle f_oF2 \rangle$ for solar cycle 23 (May 1996–January 2009) is 1.4 times more than growth in $\langle f_oF2 \rangle$ for solar activity cycle 24: ratios of the maximum of f_oF2 trend to its minimum were 2.4 and 1.7 in solar cycles 23 and 24 respectively. Such difference in f_oF2 variations for these cycles corresponds to difference in electron density variations in the F2 layer peak approximately twice. Similar relations took place for the F10.7 index: its change on average 1.5 times greater in solar cycle 23 than the change in cycle 24. The minimum values in variations $\langle f_oF2 \rangle$ were similar for both cycles, as well as minimum values in the smoothed temporal dependences of the F10.7 index.

Dispersion of the f_oF2 frequency, which was measured at noon, greatly increases with solar activity increase, just as the F10.7 index dispersion increases.

Changes in the trend of the f_oF2 frequency, which was measured during the study period at midnight, and in its dispersion are negligible.

We recorded decrease of f_oF2 during the geomagnetic disturbances with respect to its average values in the quiet ionosphere.

ASSESSMENT INTERFERENCE FROM SPACE DEBRIS WHEN MEASURED IONOSPHERIC PARAMETERS AT THE KHARKOV IS RADAR

O. I. Lialiuk, J. N. Chepurnyy

*Institute of Ionosphere of NAS and MES of Ukraine
16, Chervonopraporna str., Kharkiv, 61002, Ukraine
alexlialiuk@gmail.com*

Under the space debris refers to all man-made objects and fragments in space that is faulty, do not work and never will no longer serve any useful purpose, but it is a dangerous factor affecting the operating spacecraft. Since the beginning of space exploration steadily increasing amount of debris. Compared to the year 1972 when it was started measuring ionospheric parameters method of IS in Kharkov, the number of cataloged objects has increased more than 4.5 times, and has reaches 16500 [1]. Means of observation fixed part of space debris with dimensions 10 inches and smaller, these objects are not cataloged. Estimate of the total number and density of their distribution in the orbit are made on the basis of models [2].

Reflection of space debris interfering with measurements of ionospheric parameters method of IS at altitudes of 100 – 2000 km.

The calculations for the IS radar which shows that the power reflections from space debris with lateral dimensions of 1 cm or less does not exceed the noise power system. The objects of space debris by diameter of 10 cm, interfere with the radiation pattern (RP) of the antenna pattern at altitudes up 700 km. Objects with dimensions of 30 cm or more create obstacles through the main lobe RP and three first side lobe. For an object that crosses the RP antenna through its maximum time span of the main lobe is from 0.45 to 10 seconds depending on the altitude of orbit. In the main lobe RP antenna always present about 38 objects transverse size of 1 cm, at least once for every 13 seconds RP antenna intersects the object size from 1 to 10 cm. A significant increase in recent years, the level of noise from space debris requires special methods of processing the results of ionospheric measurements.

References: 1. N. Johnson (NASA). USA Space Debris Environment, Operations and Policy Updates.// Presentation to the 49th Session of the Scientific and Technical Subcommittee Committee on the Peaceful Uses of Outer Space United Nations. 6 – 7 February 2012 – (<http://www.unoosa.org/pdf/pres/stsc2012/tech-26E.pdf>).

2. ГОСТ Р 25645.167 – 2005 // Космическая среда (естественная и искусственная) Модель пространственно-временного распределения плотности потоков техногенного вещества в космическом пространстве. – М. : Стандартинформ, 2005 г.

DETECTION OF TRAVELLING IONOSPHERIC DISTURBANCES IN VARIATIONS OF INCOHERENT SCATTER POWER

A. O. Mamedov¹, S. V. Panasenko²

¹*National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”*

21, Frunze str., Kharkiv, Ukraine, 61002

mamedov-master@yandex.ru

²*Institute of Ionosphere of NAS and MES of Ukraine*

16, Chervonopraporna str., Kharkiv, 61002, Ukraine

Sergii.V.Panasenko@gmail.com

Atmospheric gravity waves (AGWs) are a significant part of dynamical processes in the Earth's atmosphere. They play crucial role in momentum and energy transport, thereby coupling different atmospheric regions of the Earth – atmosphere – geospace system. AGWs can be generated by the movement of the solar terminator, solar eclipses, earthquakes, volcanic eruptions, etc. Most of large scale AGWs are originated at high latitudes during space weather variations and propagate equatorward. The sources of medium scale gravity waves are often located in the lower atmosphere and include weather front moving, thunderstorms and jet streams. Apart from natural sources of AGWs, there are man-made ones such as powerful explosions, rocket launches and effects of high power radio waves.

AGWs in the ionosphere manifest themselves as travelling ionospheric disturbances (TIDs) and quasi periodic variations in electron density, electron and ion temperatures and plasma drift thus occur. These variations of ionospheric parameters can be obtained by ground and spaced based instruments to identify the location and to estimate the energetics of gravity waves sources as well as to determine the effect of TIDs and AGWs on atmosphere and ionosphere processes.

Kharkiv incoherent scatter radar enables to detect the vertical structure of TIDs. We have developed the technique to obtain quasi-periodic variations in incoherent scatter power caused by passage of TIDs. The experimental data were acquired during several years near the times of spring and autumn equinoxes as well as winter and summer solstices. The time intervals at which the intensity of incoherent scatter signals varied quasi-periodically in the altitude range from 150 to 300 km were detected. The parameters of these variations were estimated using statistical analysis and bandpass filtering. The periods of wave processes were shown to be of 30 – 120 min, their durations did not exceed of 2 – 6 periods and relative amplitudes usually ranged from 3 to 15 %. The phase of oscillations was detected to propagate downwards. The vertical phase velocity of TIDs was estimated to be in the range from 50 to 200 m/s and increased with altitude. Our estimations of TIDs parameters are substantially in agreement with those obtained by other researchers.

PROGRAM OF DATA EXCHANGE IN XML FORMAT OF ISR EXPRESS DATA PROCESSING SYSTEM RUNNING ON THE SERVER-SIDE

A. Miroshnikov¹, O. Bogomaz¹, A. Zhuk²

¹*Institute of Ionosphere of NAS and MES of Ukraine*

16, Chervonopraporna str., Kharkiv, Ukraine, 61002

ion@kpi.kharkov.ua

²*National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”*

21, Frunze str., Kharkiv, Ukraine, 61002

The main task of developed in the Institute of Ionosphere the ISR express data processing system is to give to the user information (text and graphics) about the data presented in the database: size, quality (noise situation and operating modes of receiving and transmitting equipment for the radar), geophysical conditions during measurement of ionospheric parameters, etc.

This system works on a remote server and provides calculation of such parameters as daily variations in noise power estimates, estimates of the signal-to-noise ratio (SNR) at the maximum of the F2 region and the altitude of the maximum F2 region, temperature of ions and electrons, the region where $SNR < 0.1$, drift velocity of ionosphere plasma, etc.

These calculated data by ISR express data processing system are saved in XML format files and may be used by other programs of processing and visualization after format conversion. Also it is possible to convert the XML format files to the Madrigal database file format.

The data is saved in XML format version 1.0 with structure developed in the Institute of Ionosphere could be additionally optionally archived in ZIP format to reduce mounting space of server.

Currently developed data exchange program automatically determines the format (ZIP or XML), unzips the file if it is required, and then parses the data necessary for the user with the necessary restrictions and saves them in text format.

The program displays the date, time, and number of sessions treated by ISR express data processing system, shows the status of its work.

Using the interface of the program user can select the parameter to convert, choose the delimiter (a combination of the semicolon, tab, space), the placeholder text for missing values (none, simple space, nul, etc.), separator for the fractional part numbers (point or comma), and optionally set the time interval and altitude for some parameters. The data is stored in the directory specified by the user in the necessary text format (for example CSV).

Data exchange program is written in the Free Pascal and can be compiled for many architectures and operating systems.

The program source code and binary executables for Windows and Linux available on the website of ISR data express processing system (<http://database.ion.org.ua/>).

**TOWARDS THE AMBIGUITY IN THE INVERSE PROBLEM
IN STUDIES OF THE MIDDLE IONOSPHERE
USING INCOHERENT SCATTERING TECHNIQUE**

M. M. Siusiuk, O. V. Bogomaz

*Institute of Ionosphere of NAS and MES of Ukraine
16, Chervonopraporna str., Kharkiv, 61002, Ukraine
syusyuk.marina@mail.ru*

Measured autocorrelation function (ACF) of incoherent scattering (IS) signals is basic data for estimation of parameters of the ionosphere using IS technique.

The procedure of the parameters estimation (the inverse problem) is comparison of the measured ACF with pre-calculated theoretical functions according to the least-mean-square criteria.

Ambiguity in the solution of the inverse problem for the data obtained for the heights of the middle ionosphere (120–300 km) may occur when several various combinations of ionospheric parameters result in almost identical, indistinguishable ACFs.

Simulations have shown that the solution of inverse problem with a large number of unknown parameters (the temperature of ions and electrons and the ratio of the molecular to atomic oxygen ions concentrations) using a small enough grid steps for solving of the inverse problem may cause a bias in solutions from up to obtaining the values of the ionosphere parameters to be radically distinct from the true values.

Thus, to obtain reliable data about the variations in ionospheric plasma parameters with excluding the ambiguity of solutions, it is necessary to use the optimal grid steps for solving of the inverse problem and the model of the distribution of one of the plasma parameters.

FEATURES OF IS SIGNAL PROCESSING AT INTERMEDIATE FREQUENCY

E. A. Hramov, E. V. Rogozhkin, O. I. Lialuak

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”

21, Frunze str., Kharkiv, Ukraine, 61002

Evgenkhramov@gmail.com

Currently on the IS radar of the Institute of Ionosphere IS correlation signal processing is carried out after the synchronous detection using quadrature channels. The data digitized by on video frequency, after detecting serve for calculating correlation functions. The array of calculated correlation functions of the IS signal is determined altitude distribution of the ion and electron temperatures, ion composition, and the radial component of the velocity of the ionospheric plasma.

However, based on this principle the system has a fixed algorithm processing. Practice ionospheric measurements shows that the optimum amount of correlation channels, which is determined by the interval correlation and what is kind of a measured ACF IS signal in the range 18–20 irrespective of the operating wave length.

At $\lambda \approx 2$ m optimal step for altitudes near the maximum ionization and below is 30–40 milliseconds, and for altitudes, dominated by hydrogen ions – about 10 microseconds.

Consequently correlometer which has a fixed processing algorithm is not optimal for the determination of the altitude distribution of ionospheric parameters when observing simultaneously in a large range of heights, for example, from 120 to 1500 km.

Disadvantages of systems with fixed processing algorithm can be avoided by using the values of the digitized recording directly from the outputs of the quadrature receiver channels.

The method of digitizing the signal values directly at the output terminal of the intermediate frequency amplifier additionally eliminates the drawbacks of analog schemes is proposed in this paper.

This approach makes it possible to carry out spectral and (or) IS correlation processing on the intermediate frequency signal in a frequency band agreed, take into account the characteristics of the plasma at different altitudes, identify and assess the asymmetry of the spectrum, which may indicate the nature of the plasma response to a perturbation of its equilibrium state.

КОНТРОЛЬНЫЙ КАНАЛ РАДАРА НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ

М. М. Шаркади, В. А. Пуляев

Национальный технический университет “Харьковский политехнический институт”

ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, 61002, Украина

pulyayev@kpi.kharkov.ua

Обращается внимание, что в настоящее время большое внимание уделяется изучению околоземного космического пространства методом некогерентного рассеяния радиоволн. Но надежному расчету параметров ионосферной среды мешает ряд факторов – появление в зоне диаграммы направленности антенны радаров спутников и метеорных потоков, а также возникновение когерентных сигналов из-за работающих радиосистем. Все это приводит к возникновению мешающих отражений, и дальнейшая обработка полезного сигнала в процессе его статистического анализа дает неверный результат.

Освещаются вопросы разработки вспомогательного одноканального вычислительного устройства, предназначенного для расчета и накопления значений коэффициентов межпериодной корреляции сигнала некогерентного рассеяния, который поступает на протяжении радиолокационных разверток дальности. Освещаются методики дальнейшей обработки данных, которые дают возможность уменьшить зависимость от шумов и импульсных погрешностей и приведет к увеличению отношения сигнал/шум.

Указывается, что для надежного различения подобных отражений было решено получать вспомогательную информацию в дополнительном корреляционном канале. Упрощенный вариант коррелятора, установленный после АЦП, может давать результаты, которые помогут оператору в процессе анализа и селекции полезной информации с основного канала. Результат накопления коррелятора будет представлять собой зафиксированные вдоль развертки выбросы, которые покажут наличие целей и импульсных помех. Предложенный коррелятор будет работать в режиме оценки межпериодной корреляции принимаемого сигнала, поэтому статистическое накопление перемножаемых некоррелированных отсчетов сигнала рассеяния даст приближающуюся к нулю составляющую, а составляющая от когерентной помехи будет отличаться от нуля.

Показаны особенности выбора и обоснования предложенной структурной и функциональной схемы такого контрольного канала, особенности расчета принципиальной схемы и выбора элементной базы. Демонстрируются результаты программного моделирования процесса расчета межпериодной корреляции на примере обработки реально полученного сигнала на входе радара некогерентного рассеяния.

MODELING THE H^+ IONS CONCENTRATION DISTRIBUTION UNDER THE CHEMICAL EQUILIBRIUM CONDITIONS

M. A. Shulga¹, D. V. Kotov²

¹*National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”*

21, Frunze str., Kharkiv, Ukraine, 61002

²*Institute of Ionosphere of NAS and MES of Ukraine*

16, Chervonopraporna str., Kharkiv, 61002, Ukraine

dmitrykotoff@gmail.com

The distribution of hydrogen ions concentration is most influenced (as compared with atomic oxygen ions) by plasma transport processes related to the ambipolar diffusion effect, neutral winds and E - B drift. Self-consistent modeling of these processes is a difficult problem. In this case, it is necessary to use the models of neutral atmosphere (including the model of the winds) and ionospheric models. Each of these models provides the data with some (random or systematic) errors. Uncertainties in the parameters of the neutral atmosphere and the ionospheric plasma can eventually lead to significant errors in estimated H^+ ions concentration.

The most reliable results can be obtained using the experimental data for calculation of H^+ ions concentration. Incoherent scatter technique allows obtaining the electron density and temperature of the ions which are necessary for the calculation.

In this study we performed calculations for a minimum of solar activity (data for years of 2009, 2010). The calculations were performed assuming a chemical equilibrium for hydrogen ions. Comparison of the calculated results with the data of direct measurements have shown that this assumption is quite reasonable for the midday hours.

Also, calculations were performed using the electron density and ion temperatures taken from the IRI-2012 model. It is established that the use model data only leads to significant systematic errors in calculated values of H^+ ions concentration. This fact, in turn, shows that the accuracy of the models of ion temperature and electron density is not sufficient.

International School-Conference

**REMOTE
RADIO SOUNDING
OF THE IONOSPHERE**

BOOK OF ABSTRACTS

September, 30 – October, 4, 2013
Maly Mayak (Big Alushta), Crimea, Ukraine

Layout and editing: O. Bogomaz

© 2013, Institute of Ionosphere, National Academy of Sciences of Ukraine and
Ministry of Education and Science of Ukraine

16, Chervonopraporna str., Kharkiv, 61002, Ukraine
Phone/fax: (057) 706-22-87
email: iion@kpi.kharkov.ua