

Russian Academy of Sciences

PGI -14-01-130

PHYSICS OF AURORAL PHENOMENA

37th Annual Seminar

25 – 28 February 2014

Abstracts



"Белые медвежата" Ю. Трезуб, 11 лет, г. Вуктыл (Коми)

Apatity
2014

Russian Academy of Sciences
KOLA SCIENCE CENTER
Polar Geophysical Institute

PGI -14-01-130

PHYSICS OF AURORAL PHENOMENA

37th Annual Seminar Abstracts

25 – 28 February 2014

Apatity

2014

The organizing committee:

Alexander Yahnin (chair)

Anatoly Pashin

Nadezhda Semenova

Alexey Mochalov

Irina Despirak

Addresses:

Apatity department

Akademgorodok, 26a

Apatity, 184209

Murmansk region

Russia

Murmansk department

Khalturina str., 15

Murmansk, 183010

Russia

The editorial board:

A.G. Yahnin

N.V. Semenova

E-mail: seminar@pgia.ru

<http://pgia.ru/seminar>

© Kola Science Center
Russian Academy of Science, 2014

CONTENTS

SESSION 1. GEOMAGNETIC STORMS AND SUBSTORMS

S.A. Chernyaeva, V.A. Sergeev	Statistical study of the properties of proton isotropic boundaries	13
I.V. Despirak, V. Guineva, B.V. Kozelov, L.P. Borovkov	Observations of substorms during storms connected with different source in the solar wind	13
I.V. Despirak, A.A. Lubchich, N.G. Kleimenova	Substorms at high latitudes and solar wind conditions	13
T.V. Gaivoronskaya	Fluxes of auroral electrons on data of AE-C satellite	14
I.A. Kornilov, T.A. Kornilova	Substorm associated plasma injections and field variations at lunar orbit (ARTEMIS data)	14
I.A. Kornilov, T.A. Kornilova	Northern auroral structures before breakup	14
I.A. Kornilov, T.A. Kornilova, I.V. Golovchanskaya	On the identification of propagating from poleward auroral breakup precursors of E-W extension	14
T.V. Kozelova, B.V. Kozelov	Substorm intensification from THEMIS satellite observations and IMF Bz component changes	15
L.L. Lazutin	Problem of electron disappearance during the magnetic storm main phase: Relation to the down-dusk asymmetry of energetic electron radiation belt	15
L.L. Lazutin	Radiation belt dynamics during global magnetic storms: Results and problems	15
L.L. Lazutin, A.N. Dmitriev, A.N. Suvorova	Shift of the solar proton penetration boundary by solar wind pressure: Magnetic storm of January 21.2005	15
Yu.I. Logachev, G.A. Bazilevskaya, E.V. Vashenyuk	Catalog of solar proton events for 23-th solar cycle	16
M.A. Shukhtina, N.P. Dmitrieva, V.A. Sergeev	Various magnetotail evolutions preceding the substorm onset	16
O.I. Yagodkina, V.G. Vorobjev, Yu.V. Katkalov	Auroral precipitation dynamics during magnetic storms	16
О.М. Бархатова, Н.А. Бархатов, И.А. Базина	Классификационный подход к анализу связи магнитных возмущений в авральной области и магнитного возмущения на средних и низких широтах	16
А.Е. Левитин, Л.И. Громова, С.В. Громов, Л.А. Дремухина	Геомагнитная активность наземного переменного магнитного поля Земли в северном и южном полушариях	17
А.Е. Левитин, Л.И. Громова, С.В. Громов, Л.А. Дремухина	Пространственная динамика геомагнитной активности переменного магнитного поля Земли в период сильных магнитных бурь	18
С.А. Черноус	Полярные сияния в мифах и легендах	18

SESSION 2. FIELDS, CURRENTS, PARTICLES IN THE MAGNETOSPHERE

V.A. Andreeva, N.A. Tsyganenko	Modeling the seasonal and diurnal deformations of the equatorial magnetospheric currents	23
E.E. Antonova, V.G. Vorobjev, I.P. Kirpichev, O.I. Yagodkina	Comparison of quiet time plasma pressure distribution in the ionosphere and in the equatorial plane of the magnetosphere	23
E. Gordeev, V. Sergeev	Magnetopause shape in terminator plane	23
A. Ilysov, A. Chernyshov, M. Mogilevsky, I. Golovchanskaya, B. Kozelov	Sources of electrostatic noise in the upper ionosphere of the auroral zone: The inhomogeneities of the plasma density and electric field	23
Yu. Katkalov, M. Wik, A. Viljanen	Interactive web application for visualization of geomagnetically induced currents	24
I.L. Moiseenko, M.M. Mogilevsky	Observation of autooscillation regime of AKR generation	24
V.C. Roldugin, A.V. Roldugin, S.V. Pilgaev, F. Sigernes	Some characteristic properties of particle precipitation in Lovozero and Barentsburg during SC on 24 January 2012	24
Ya. Sakharov, Yu. Katkalov, V. Selivanov, A. Viljanen	GIC recordings at the North West of Russia for EURISGIC project: Data and modeling	25
V.S. Semenov, K.Yu. Slivka, N.P. Dmitrieva	Conditions of magnetic barrier formation: THEMIS observations	25
I.Y. Vasko, L.M. Zelenyi, A.V. Artemyev, A.A. Petrukovich, T.L. Zhang, H.V. Malova, V.Y. Popov, R. Nakamura	Thin current sheets in the Venus magnetotail	25
M.A. Volkov	Auroral turbulence of the ionospheric convection	26
T.A. Yahnina, N.V. Semenova, A.G. Yahnin, B.B. Gvozdevsky	Precipitation of relativistic electrons as seen by NOAA POES	26
Б.В. Козелов	Использование методов математической морфологии при анализе данных наземных наблюдений полярных сияний	26
О.В. Мингалев, И.В. Мингалев, Х.В. Малова, М.Н. Мельник, Л.М. Зеленый	Расщепленные конфигурации тонкого токового слоя с двумя самосогласованными и постоянной нормальной компонентами магнитного поля	27
Н.В. Яковлева, В.С. Семенов, И.В. Кубышкин	Колебания тонкой магнитной силовой трубки в хвосте магнитосферы Земли	27

SESSION 3. WAVES, WAVE-PARTICLE INTERACTION

A.V. Artemyev, K.G. Orlova, D. Mourenas, O.V. Agapitov, V.V. Krasnoselskikh	Electron pitch-angle diffusion: Resonant scattering by waves vs. nonadiabatic effects	31
V.B. Belakhovsky, V.A. Pilipenko	Poloidal monochromatic pulsations in Pc4-5 range observed by array of satellites in the morning sector	31

A.G. Demekhov	Generation of VLF chorus emissions in the magnetosphere	31
I.V. Golovchanskaya	The role of shears in the parallel drift of ionospheric particles in excitation of electrostatic waves	32
N.G. Kleimenova, F.Z. Feygin, L.M. Malysheva	Geomagnetic Pc1 pulsations in the solar activity minimum	32
V.A. Lubchich	Application of the radioholographic method for searching of ore bodies	33
J. Manninen, Yu.V. Fedorenko, N.G. Kleimenova	First preliminary results of the simultaneous observations of VLF emissions at two longitude spaced stations: Kannuslehto, Finland – Lovozero, Russia	33
V.C. Roldugin, A.V. Roldugin, S.V. Pilgaev	Pc4 auroral pulsation as a display of plasma processes in perturbed tube	33
A.E. Sidorenko, E.D. Tereshchenko, P.E. Tereshchenko, V.F. Grigoriev	Features of ELF waves propagation along the subauroral and midlatitude paths	34
M.E. Viktorov, S.V. Golubev, E.D. Gospodchikov, I.V. Izotov, D.A. Mansfeld, A.G. Shalashov	Laboratory study of electron cyclotron instabilities in nonequilibrium mirror-confined plasma for astrophysical applications	34
N.V. Yagova	Spectral slope of high-latitude Pi3 and guiding parameters in the interplanetary space and in the magnetosheath	34
N.V. Yagova, V.A. Pilipenko, A.Yu. Schekotov, N.S. Nosikova, B. Heilig, K. Hattori, M. Hayakawa	Parameters of middle and low latitude night time ULF noises in Pc3 frequency band in the ionosphere and on the ground	35
N.R. Zelinsky, N.G. Kleimenova, S.M. Agayan	Applying of the discrete mathematical analysis to geomagnetic pulsations study	35
N.R. Zelinsky, N.G. Kleimenova, A.L. Kotikov	Applying of the discrete mathematical analysis to study the global latitudinal structure of Pi2 geomagnetic pulsations: Case study	35
П.А. Беспалов, В.Г. Мизонова	Формирование каверн с пониженной плотностью и нестационарным электрическим полем в зоне авроральных продольных токов	36
А.А. Любчич	Влияние на генерацию колебаний убывающего периода характеристик области суббуревой инжекции	36
А.С. Никитенко	Создание методики оценки шумовых свойств регистраторов магнитных компонент поля ОНЧ излучений	37
В.А. Пилипенко, В.Б. Белаховский	Триггерные эффекты в геофизике	37
Т.А. Попова, Т.А. Яхнина, А.Г. Яхнин	Признаки ионно-циклотронного взаимодействия на субавроральных широтах в дневном секторе	37
Е.Е. Титова, А.Г. Демехов, А.А. Мочалов, А.Б. Пашин, М.М. Могилевский, М. Парро	Возмущения в КНЧ/ОНЧ сигналах в верхней ионосфере над передатчиком HAARP, регистрируемые на спутнике DEMETER	38

SESSION 4. THE SUN, SOLAR WIND, COSMIC RAYS

Yu.V. Balabin, A.V. Germanenko	Annual variation in cosmic rays and X-rays: Common features	41
Yu.V. Balabin, B.B. Gvozdevsky, A.V. Germanenko	Large dead time on neutron monitor and multiplicity	41
D.D. Dobrova, D.I. Ponyavin	Active solar longitudes in solar wind and geomagnetic activity	41
O. Korolkova, E. Benevolenskaya	Properties of the solar activity complexes in multi-wavelength from Solar Dynamic Observatory	41
I.M. Podgorny, A.I. Podgorny	Magnetic energy accumulation in the coronal current sheet for a flare	42
A.I. Podgorny, I.M. Podgorny	Comparing of the flare position founded by MHD simulation with X-ray observations	42
S. Poluianov, I. Usoskin	Critical analysis of a hypothesis of the planetary tidal influence on solar activity	43
E.V. Vashenyuk, Yu.V. Balabin, B.B. Gvozdevsky, A.V. Germanenko	New event – the Christmas Eve GLE of 24th solar cycle	43
E.V. Vashenyuk, Yu.V. Balabin, B.B. Gvozdevsky, A.V. Germanenko	Apatity neutron monitor after modernization	43
N.V. Zolotova, D.I. Ponyavin	Do we live in the Grand minimum of the solar activity?	43
Н.А. Бархатов, А.Е. Левитин, Е.А. Ревунова, А.Б. Виноградов	Геомагнитная активность магнитных облаков с учетом сезона года	44
Н.А. Бархатов, С.Е. Ревунов, А.Б. Виноградов	Идентификации плазменных потоков в солнечном ветре нейросетевым классификационным подходом	44
Е.А. Маурчев, Ю.В. Балабин, Э.В. Вашенюк	Исследование особенностей развития каскадов вторичных частиц при прохождении галактических космических лучей через атмосферу Земли в отсутствие GLE	45
Е.А. Маурчев, Ю.В. Балабин, Э.В. Вашенюк	Новый программный комплекс для исследования прохождения космических лучей через атмосферу Земли	45

SESSION 5. IONOSPHERE AND UPPER ATMOSPHERE

I. Cherniak, I. Shagimuratov, I. Zakharenkova, R. Sieradski, M. Rietveld, A. Krankowski, J. Kapcia	Study of ionospheric irregularities induced by HF heating by incoherent scatter and transionospheric radio measurements	49
S. Chernouss, I. Shagimuratov, I. Ephishov, N. Tepenitsyna, M. Shvec, M. Filatov	Case study of TEC fluctuation during auroral disturbances	49
A.A. Chernyshov, M.M. Mogilevsky, B.V. Kozelov	Investigation of the Earth's auroral region by nonlinear dynamics methods	50

E.N. Fedorov, V.A. Pilipenko, E.N. Ermakova	Spatial distribution of the electromagnetic field in the IAR frequency range from a lightning discharge	50
M.V. Klimenko, V.V. Klimenko, I.A. Nosikov, I.E. Zakharenkova, I.V. Cherniak, K.G. Ratovsky, Yu.V. Yasukevich, A.A. Shcherbakov	Ionosphere-plasmasphere system behavior in quiet geomagnetic conditions and during geomagnetic storms	50
M.V. Klimenko, V.V. Klimenko, A.T. Karpachev, K.G. Ratovsky, I.E. Zakharenkova, I.V. Cherniak, A.E. Stepanov	Formation of Weddell Sea and Yakutsk longitudinal anomalies in <i>foF2</i> diurnal variations and their manifestation in the protonosphere	51
O.M. Lebed, Yu.V. Fedorenko, M.V. Kuznetsova	Atmospheric's propagation by two-scale-height ionosphere by model and experiment	51
G.I. Mingaleva, V.S. Mingalev	Simulation study of the disturbance of the spatial structure of the daytime high-latitude ionosphere by powerful HF radio waves	52
A.A. Namgaladze, M.I. Karpov	On the nature of the seismogenic electric current	52
V.D. Nikolaeva, E.I. Gordeev, A.V. Shirochkov, L.N. Makarova, A.L. Kotikov	Auroral Ionospheric Model: E-layer	53
E.E. Timofeev, S.L. Shalimov, O.G. Chkhetiani, M.K. Vallinkoski, J. Kangas	Mirror symmetry of ions and electron temperature variations within the dusty dynamo layer of the auroral ionosphere	53
V.A. Telegin, A.T. Karpachev	Intercosmos-19 role in the construction of modern reference ionosphere model	54
V.A. Telegin, V.A. Panchenko, V.I. Rozhdestvenskaya	Opportunities of ionosonde DPS-4 for research of the phenomenon of F-scattering	54
V.G. Vorobjev, O.I. Yagodkina, Yu.V. Katkalov	Magnetic activity dependent global ion precipitation model based on DMSP spacecraft observations	54
О.И. Ахметов, О.В. Мингалев, И.В. Мингалев, Ю.В. Федоренко	Тестирование численной модели распространения радиоволн на аналитическом решении в случае гармонического электрического диполя в изотропной среде	55
В.Б. Белаховский	Отклик ночных полярных сияний на резкое уменьшение динамического давления солнечного ветра	55
Т.В. Бондарева, А.Л. Котиков	Динамика полярных сияний по данным THEMIS GBO	55
А.П. Бондаренко, В.Б. Оводенко, С.Н. Пушай, В.В. Трекин	Моделирование характеристик радиолокационных отражений от авроральных неоднородностей	56
Ж.В. Дашкевич, Б.В. Козелов, В.Е. Иванов	Возбуждение синглетных электронных уровней молекулярного азота в полярных сияниях	56
Ж.В. Дашкевич, Б.В. Козелов, В.Е. Иванов	Возбуждение триплетных электронных уровней молекулярного азота в полярных сияниях	56

Е.Н. Ермакова, Д.С. Котик, А.В. Першин	Исследование особенностей спектра поляризационного параметра магнитного УНЧ шума на средних широтах в периоды повышенной геомагнитной активности	57
И.М. Иванова, Н.Ф. Благовещенская, Т.Д. Борисова, Т. Йоман, М. Ритвелд	Особенности поведения мелкомасштабных искусственных неоднородностей в высоких широтах	57
А.С. Кириллов	Кинетика синглетного кислорода $O_2(b^1\Sigma_g^+)$ на высотах авроральной ионосферы	58
А.С. Кириллов	Кинетика состояний $c^1\Sigma_u^-$, $A^3\Delta_u$, $A^3\Sigma_u^+$ молекулярного кислорода в атмосферах планет земной группы и в смеси газов CO_2 , CO , N_2 , O_2	58
Ю.Н. Коренков, В.В. Клименко, Ф.С. Бессараб, М.В. Клименко, И.В. Карпов	Различные подходы к модельному описанию ионосферных эффектов стратосферных потеплений	58
Л.Н. Макарова, А.В. Широков, В.Д. Николаева	Оценка состояния авроральной ионосферы при геофизическом мониторинге российского сектора Арктики	59
О.В. Мингалев, М.Н. Мельник, В.С. Мингалев, И.В. Мингалев	Бесстолкновительная эволюция сверхмелкомасштабных неоднородностей в F-слое ионосферы	59
В.Б. Оводенко, В.В. Трекин	Пример использования характеристик авроральных помех для предварительной оценки текущего уровня геомагнитной возмущенности	60
В.Д. Терещенко, Е.Б. Васильев, В.А. Терещенко, О.Ф. Оглоблина, С.М. Черняков	Волновые возмущения в нижней полярной ионосфере во время падения Чебаркульского метеорита	60
В.Д. Терещенко, В.А. Терещенко, О.Ф. Оглоблина, Е.Б. Васильев, С.М. Черняков	Структура нижней полярной ионосферы во время сильных землетрясений в 2011 и 2012 гг.	61
В.А. Ульев, В. Николаева, О.И. Шумилов	Анализ амплитуды явлений ППШ, зарегистрированных в равноденственные и летние сезона года	61
М.В. Филатов, А.В. Ларченко, А.В. Ролдугин, С.В. Пильгаев, Ю.В. Федоренко, А.А. Галахов	Система электромагнитных наблюдений на архипелаге Шпицберген	61
М.В. Филатов, С.В. Пильгаев, А.В. Ларченко, Ю.В. Федоренко	Мобильный комплекс для регистрации электромагнитного поля в КНЧ-ОНЧ диапазонах	62

SESSION 6. LOW ATMOSPHERE, OZONE

V.I. Demin	Diurnal and seasonal variations of mixed layer depth and surface ozone over the central regions of the Kola Peninsula	65
V.I. Demin	Estimation of climatic changes in the Kola Peninsula during the last 263 years	65

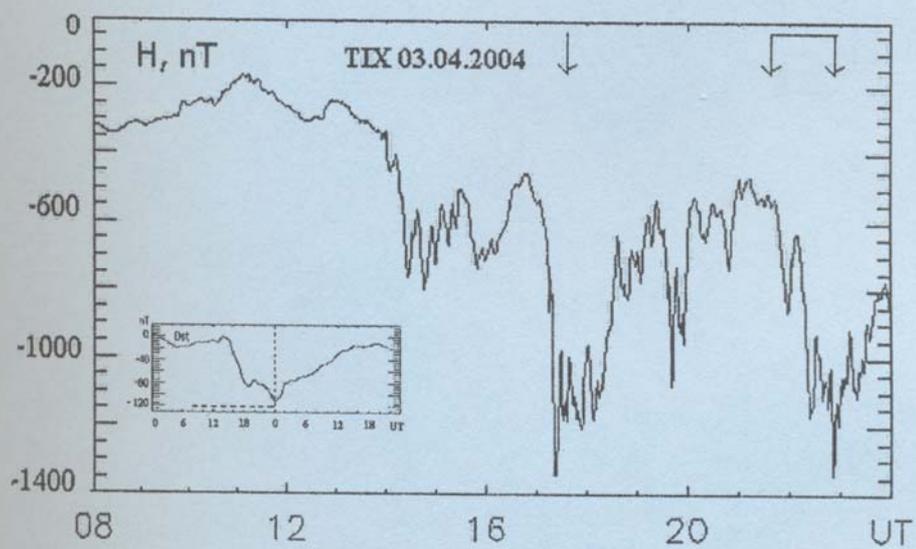
E.A. Kasatkina, O.I. Shumilov, M. Timonen, A.G. Kanatjev	Tree-ring proxies of atmospheric explosions of fireballs	65
V.I. Kirillov, M.I. Beloglazov, V.V. Pchelkin	The influence of geomagnetic perturbation on changes of ULF-VLF atmospherics, registered on Kola Peninsula	66
I.V. Mingalev, N.M. Astafieva, K.G. Orlov, V.S. Mingalev, O.V. Mingalev, V.M. Chechetkin	Numerical modeling of the initial stage of the origin of cyclonic vortices in the vicinity of the intertropical convergence zone	66
И.В. Мингалев, К.Г. Орлов, В.С. Мингалев, О.В. Мингалев, В.М. Чечеткин	Моделирование общей циркуляции атмосферы Земли с учетом рельефа поверхности в рамках полной системы уравнений газовой динамики	67
И.В. Мингалев, Е.А. Федотова, А.В. Родин, Н.И. Игнатьев	Вариант метода дискретных ординат, оптимизированный для расчета собственного излучения в горизонтально однородной атмосфере	67
В.В. Пчелкин	Высокоширотные электромагнитные КНЧ - измерения как средство мониторинга глобальной токовой активности гроз	67

SESSION 7. HELIOBIOSPHERE

V.V. Ivanov, E.S. Gorshkov, V.V. Sokolovski	Particularities of manifestation of space-and-time conditions in variations of biochemical indices registered in the Antarctic	71
V.V. Ivanov, E.S. Gorshkov, V.V. Sokolovski	On correlation between atmospheric redox reactions and ozone content in stratosphere	71
O.I. Shumilov, T.B. Novikova, E.A. Kasatkina, A.V. Karelin, A.V. Chramov	Space weather and injury rates among people living and working behind the Polar Circle	72
Н.К. Белишева	Роль солнечной активности в модуляции медико-биологических последствиях испытания ядерного оружия в северном полушарии	73
Н.К. Белишева, А.А. Ватлин, Р.Е. Михайлов	Проявление солнечно-земных связей в заболеваемости наркологическими расстройствами жителей северо-запада России	74
Т.С. Завадская, Н.К. Белишева	Характер связи между функциональными показателями состояния организма в различные фазы солнечной активности	75
А.А. Мартынова, С.В. Пряничников, В.В. Пожарская	Сравнительный анализ variability сердечного ритма у детей, проживающих в высоких и средних широтах	76
В.В. Пчелкин	О возможном биологическом влиянии электромагнитных колебаний в полости глобального резонатора Земля-ионосфера	76
Д.А. Петрашова, Н.К. Белишева, Б.Ф.Щеголев	Предварительные результаты по оценке влияния экранирования геомагнитного поля на митотическую активность в растительных клетках	77
В.Н. Петров	Сравнительный анализ заболеваемости населения в высоких и средних широтах на примере жителей г. Апатиты и г. Серпухова	78

И.В. Попов, М.Б. Винниченко	Роль стохастических резонансов в механизме солнечно-земных связей	78
С.Н. Самсонов, Н.Г. Клейменова, П.Г. Петрова	Магнитосферные суббури и инфаркты миокарда в субавроральных широтах	79
В.В. Цетлин, Е.И. Домарадская, Т.С. Гурьева, М.А. Левинских, С.С. Мойса	О биотропном воздействии радиационных условий в орбитальной космической станции на живые системы и их водную среду	80
В.В. Цетлин, Г.С. Файнштейн, Н.К. Белишева, А.А. Мартынова, С.В. Пряничников	Вода – детектор вариаций гелиогеофизических агентов и функциональных показателей состояния организма. Предварительные результаты	81
Author index		83

Geomagnetic Storms and Substorms



Statistical study of the properties of proton isotropic boundaries

S.A. Chernyaeva, V.A. Sergeev (*Institute of Physics, Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia*)

Pitch-angle scattering of particles crossing the magnetotail current sheet (CS) may be the main mechanism for filling the loss cone. Particle is expected to be scattered into the loss cone if its gyroradius is comparable with the curvature radius of the magnetic field line. Boundaries of the scattering region (isotropic boundaries - IB) for the current sheet scattering occur at different distance from the Earth, depending on their energies: the IB of high energy particles is closer to the Earth. This is reflected in the regular distribution of the IB latitudes in observations of particle fluxes in the ionosphere - the more energy of the particle, the less is the IB latitude. Correspondingly, the IB latitudes are shifted to lower latitude with the increasing particle energy, which we call as the normal energy dispersion. Calculation of IB latitudes using standard magnetosphere models gives a difference in the latitudes of 30 and 80 Kev protons about 1.5 - 2 degrees.

Therefore, monitoring the IB latitudes on low-altitude satellites can be used for diagnostics of the magnetic field configuration in the magnetotail.

Based on the analysis of all NOAA - 19 satellite data for September 2009, we analyze the occurrence of different types of energy dispersion of 30 and 80 keV protons. In fact the estimated difference of latitudes (1,5 - 2 degrees) is not observed. Therefore, in this paper we consider as the normal dispersion, if the difference between the IBs is ≥ 0.5 degrees. These events turned out to be about 20 % (regardless of geomagnetic activity). In other cases there are either coincidence of the proton IB for different energies, or the precipitation pattern is complicated by presence of isolated precipitation structures equatorward of the IB. For events with normal dispersion we statistically analyse the typical ratio between the ratios of precipitated to trapped proton fluxes at different energies as well as the latitude difference of proton IBs. These data allow us to identify the characteristic features of scattering mechanism acting on the current layer.

Observations of substorms during storms connected with different source in the solar wind

I.V. Despirak¹, V. Guineva², B.V. Kozelov¹, L.P. Borovkov¹

¹*Polar Geophysical Institute, Apatity, Russia*

²*Space Research and Technologies Institute, BAS, Stara Zagora, Bulgaria*

All-sky cameras data at Kola Peninsula from the 2012/2013 winter seasons have been used to study the variation of substorm development in different conditions of interplanetary medium. Solar wind and interplanetary magnetic field parameters were taken from OMNI data base. Using solar wind data for the examined periods, the different solar wind streams were revealed: recurrent high-speed streams (RS) and magnetic clouds (MC). It is known that these solar wind structures are the sources of geomagnetic storms. In our study we compared substorm development during different storms and during quiet geomagnetic conditions. Substorm onset time and further development were verified by data of IMAGE magnetometers network and by data of all-sky cameras at Apatity and Lovozero. The particularities in behaviours of substorms observed by storms connected with solar wind recurrent streams and by magnetic clouds are discussed.

Substorms at high latitudes and solar wind conditions

I.V. Despirak¹, A.A. Lubchich¹, N.G. Kleimenova²

¹*Polar Geophysical Institute, Akademgorodok 26a, Apatity, 184209, Russia, despirak@gmail.com*

²*Institute of Physics of the Earth RAS, Moscow, Russia*

All substorms observed at high latitudes can be divided into 2 types - "polar" (observed only at $> 70^\circ$ latitudes in the absence of substorms at $< 70^\circ$ latitudes during the day) and "high-latitude" substorms (propagating from auroral ($< 70^\circ$) to polar ($> 70^\circ$) geomagnetic latitudes). The aim of this study was to compare solar wind conditions during these two types of substorms. For this purpose, we used the data of IMAGE magnetometers and OMNI solar wind data for 1995, 2000, 2006-2011 periods. There were selected 105 "polar" and 55 "high-latitude" substorms. It is shown that "polar" substorms observed during the late recovery phase of a geomagnetic storm, after passing of the high speed stream of the solar wind (when the velocity is reduced from high to low values). "High-latitude" substorms, on the contrary, are observed during passing of the recurrent high-speed stream of the solar wind, increased values of the southward BZ component of the IMF and EY component of the electric field, increased temperature and pressure of the solar wind. Also, it is noted that variability of these solar wind parameters for the "high-latitude" substorms is stronger than for "polar" substorms.

Fluxes of auroral electrons on data of AE-C satellite

T.V. Gaivoronskaya (*IZMIRAN, Troitsk, Moscow, Russia*)

The fluxes of auroral electrons registered by satellite AE-C in 1977 and satellite NOAA/POES in 2007 also were considered during several geomagnetic storms with index $K_p=7$. After beginning of disturbances the flux of high energy electrons of range 100-500 eV was marked and then the greater density of electron flux of range 25-30 eV was observed. On the whole the values of fluxes did not exceed 10^7 N /eV cm² s. Determined by AE-C satellite “in situ” the drift velocity of charged particles increased from a few units to more than 1000 m/s and the estimated values of electric field changed from 0.1 to 100 mV/m.

Substorm associated plasma injections and field variations at lunar orbit (ARTEMIS data)

I.A. Kornilov, T.A. Kornilova (*Polar Geophysical Institute, Apatity, Russia, kornilova@pgia.ru*)

Six months of complicated ballistic maneuvers (with the maximum using of Earth, Sun and Moon gravitational forces, and minimum spacecraft fuel consumption) successfully finished by two Themis satellites placing at the Moon orbit in summer 2011. Now they have new names – Themis B is Artemis P1, and Themis C – Artemis P2 (ARTEMIS - Acceleration, Reconnection, Turbulence and Electrodynamics of the Moon's Interaction with the Sun), and move together with Moon around the Earth. Spacecraft give a possibility to study solar wind plasma interaction with Moon surface, plasma dynamics in the distant tail, effects of Moon shadowing, so on. About once per month satellites cross the magnetospheric tail at the distance about 60 Re. In this report we present some results of the distant tail plasma and fields dynamics study after substorm development.

Northern auroral structures before breakup

I.A. Kornilov, T.A. Kornilova (*Polar Geophysical Institute, Apatity, Russia. kornilova@pgia.ru*)

Rather bright auroral arcs usually appeared at the northern horizon of TV imager field of view 30-40 minutes before breakup development at the southern arc, and projected to 20-30 Re in the tail (breakup arc projection is at 5-7 Re). Northern arc generates plasma fluxes and auroral structures moving earthward (so called BBFs and streamers), pumping inner magnetosphere by hot plasma, finally yielding a breakup development. Northern arc position (20-30 Re) is very appropriate for magnetic reconnection, but arc development definitely is not an breakup type explosive and self-sustaining process. We have measured integral arc luminosity variations (about 50 cases total), and compare them with solar wind parameters (magnetic field vector mostly) registered by ACE and WIND satellites with appropriate time shift (50-60 minutes). In many cases rather good correlation between arc luminosity and solar wind parameters were found. We can suppose that if northern auroral structures have magnetic reconnection nature, this reconnection is completely initiated and controlled by solar wind.

On the identification of propagating from poleward auroral breakup precursors of E-W extension

I.A. Kornilov, T.A. Kornilova, I.V. Golovchanskaya (*Polar Geophysical Institute, Apatity, Russia; kornilova@pgia.ru*)

In this study we are trying to identify in THEMIS observations auroral breakup activators manifesting in all-sky images as propagating from poleward E-W auroral features and classified by *Mende et al.* [2011] as category 2 events. With this purpose we selected 30-40 min time periods before the onset time T_0 (T_0 was identified optically), where the E-W auroral breakup precursors were clearly visible in auroral images (events for 2008, 2009 were considered), and searched for plasma sheet perturbations in the observations of tail aligned THEMIS spacecraft for such periods. Our assumptions were that these may be (i) enhanced convective flows; (ii) dipolarization fronts; (iii) compressional fast mode fronts; (iv) large-amplitude ballooning-wave pulses. We find that in the considered time intervals THEMIS probes registered perturbations with signatures of the ballooning waves, i.e., anticorrelation of the magnetic and plasma pressures, $\pi/2$ phase shift between E_x and B_y (E_y and B_x) and earthward component of propagation velocities which is roughly consistent with that for ballooning waves.

Substorm intensification from THEMIS satellite observations and IMF B_z component changes

T.V. Kozelova, B.V. Kozelov (*Polar Geophysical Institute, Apatity*)

The substorm-associated changes of the particle, electric field, and magnetic field observations at the Earthward part of the plasma sheet are examined using data from four THEMIS satellites during the substorm intensification on January 6, 2008. The THEMIS satellites were located in the different MLT sectors of the magnetosphere. The growth phase onset of this substorm intensification was associated with the B_z southward turning of the interplanetary magnetic field. The enhanced convection field leads to the earthward approach of the inner edge of the plasma sheet. The Alfvén convective sheets of the 0.8-10 keV electrons are observed in the evening sector. The satellite in the morning sector saw the nose-like structure of the ions 8-10 keV. The outer boundaries of energetic particles became steeper during the substorm growth phase. In our event, before substorm onset, the isotropic boundary of 29 keV ions was located at radial distance 6.3 Re in the evening sector. In the morning sector the outer portion of the higher-energy trapped particles was observed at radial distance 8 Re. After northward turning of IMF, the quick magnetic field line stretching (a plasma sheet thinning) and Energy-Dispersed Ion Structures (EDIS) were observed at this morning sector. Then, ten minutes after this EDIS onset the pseudo-breakup and injection of higher-energy ions (81-157 keV) occur at evening sector. We discuss a possible association of EDIS with magnetotail dynamics and auroral physics during the substorm.

Problem of electron disappearance during the magnetic storm main phase: Relation to the dawn-dusk asymmetry of energetic electron radiation belt

L.L. Lazutin (*Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Vorob'evy gory, Moscow, Russia*)

Low-altitude satellite SERVIS-1 registered shift of the evening side of electron radiation belt during several magnetic storm main phases. If one explain evening decreases by the particle losses it is necessary to suppose that every time when satellite pass through the morning side it registered new acceleration of the energetic electrons. But cases of the fast accelerations of 1.7 MeV electrons are not so frequent. It is reasonable to suppose that because of the magnetic field decrease at the evening side caused by partial ring current, particle mirror points here became shifted to lower latitudes and adiabatic cooling took place as well. Then during the magnetic drift of the electrons to the morning side particles recovers their position and energy. Described mechanism allow to explain disappearance of energetic electrons because of the local particle cooling. It does not exclude some possible particle losses, but indicate on the Dst- effect as an importance part of energetic electron dynamic during magnetic storms.

Radiation belt dynamics during global magnetic storms: Results and problems

L.L. Lazutin (*Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Vorob'evy gory, Moscow, Russia*)

During magnetic storms radiation belts became distorted following distortion of the magnetic field. Several recent results will be reported, such as relativistic electron disappearance and reappearance, solar cosmic ray penetration onto the inner magnetosphere, additional temporal radiation belts of electrons and protons, storm-substorm relations. Remaining problems will be discussed.

Shift of the solar proton penetration boundary by solar wind pressure: Magnetic storm of January 21, 2005

L.L. Lazutin, A.N. Dmitriev, A.N. Suvorova (*Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Vorob'evy gory, Moscow, Russia*)

Configuration of the magnetosphere during magnetic storms is usually controlled by Dst-index, it follows, for example, from good correlation with penetration boundary of solar cosmic ray protons (PB). But just before the main phase of the last magnetic storm of January 21, 2005, nightside PB measured by low-altitude satellite CORONAS-F shifted to the low latitudes simultaneously with large increase of solar wind pressure, indicating that inner magnetosphere magnetic field decreased when Dst was at zero level. Solar wind control of the magnetosphere distortion gradually subsided during storm recovery phase as can be seen from the PB motion to the higher latitudes. During the recovery phase solar magnetic field B_z component was positive, but Dst-index indicate absence of the

Geomagnetic storms and substorms

ring current recovery for about 10 hours. It can be explained by adiabatic heating of the ring current protons in the increasing magnetic field, which compensate atmospheric losses.

Catalog of solar proton events for 23-th solar cycle

Yu.I. Logachev, G.A. Bazilevskaya, E.V. Vashenyuk (*Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Vorob'evy gory, Moscow, Russia*)

As a continuation of the previous four solar cosmic ray catalogs, new one is at final stage including period from 1997 to 2010. Ground-based balloon and satellite data were used to present solar cosmic ray intensity and energetic spectra, related solar flares and emissions.

Various magnetotail evolutions preceding the substorm onset

M.A. Shukhtina, N.P. Dmitrieva, V.A. Sergeev (*Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia*)

It is usually assumed that the tail magnetic flux F is accumulated during the growth phase and suddenly released afterwards. However only 33 out of 142 isolated midtail sudden unloading events identified by Geotail in 1995–1998 demonstrated essential monotonious F increase (type 1 substorms). In 32 cases Balanced Tail Flux (BTF) period ($F \sim \text{const}$) with enhanced dissipation and pseudobreakup activity during 0.5–2 hours before unloading was registered (type 2, a new substorms class). The rest 77 substorms lie between types 1 and 2. Superposed epoch analysis revealed that during ~ 40 min before unloading both groups demonstrate almost identical plasma sheet thinning and B_z decrease at Geotail. By the sudden unloading time both groups have nearly identical B_z values in the midtail as well as at 6.6 Re. We conclude that in spite of variable system evolution magnetotail configuration, rather than specific F value, is crucial for substorm onset.

Auroral precipitation dynamics during magnetic storms

O.I. Yagodka, V.G. Vorobjev, Yu.V. Katkalov (*Polar Geophysical Institute, Apatity, Murmansk region*)

Characteristics of auroral precipitation during weak magnetic storms on December 11–12, 2004 and January 11–12, 2005 were examined. Interactive Auroral Precipitating Model (APM) and meridian scanning photometer observations at Barentsburg and Lovozero were used to show the possibility of APM using for the description of the auroral luminosity features. Spectral characteristics of aurorae observed from MSP in the pre-noon and after-noon sectors on Dec. 12, 2004 on the recovery phase of the storm showed that discrete forms were caused by precipitation of relatively soft electrons. In the after-noon auroral arcs were observed near the poleward edge of the red auroral band which was narrower than in the pre-noon and observed at latitudes from 73° to 77° CGL. On Jan. 12, 2005 discrete structures with intensity up to 30 kR in 557.7 nm emission were registered inside the red band at latitudes from 74° to 77° CGL during the main phase of storm. These structures were caused by precipitation of hard electrons and their intensifications coincided with increase of solar wind velocity and dynamic pressure.

Классификационный подход к анализу связи магнитных возмущений в авроральной области и магнитного возмущения на средних и низких широтах

О.М. Бархатова^{1,2}, Н.А. Бархатов², И.А. Базина²

¹ФГБОУ ВПО "Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет"

²ФГБОУ ВПО "Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина"

Соотношение ионосферных и магнитосферных токовых систем и их динамика во времена развития геомагнитной бури являются важными объектами исследований ввиду неоднозначности их эволюции в зависимости от уровня геомагнитной активности. В связи с этим, использование искусственных нейронных сетей (ИНС) в качестве инструмента изучения подобных физических процессов позволяет выявить их основные закономерности без построения сложных физических моделей.

В наших предыдущих исследованиях был выполнен поиск нелинейной связи составляющих кольцевого тока (симметричной и асимметричной части) с авроральными электроджетами для бурь различной

интенсивности в рамках нейросетевого подхода. При этом использовались ИНС Элмана с алгоритмом обратной связи и сеть с алгоритмом нечеткой логики Fuzzy. Было установлено, что на главной фазе магнитной бури существуют устойчивые связи между указанными токовыми системами и возможно приемлемое нейросетевое восстановление индексов интенсивности авроральных электроджетов (AU, AL) по данным индексов интенсивности кольцевого тока (SYM, ASY). Вместе с тем, было отмечено, что качество восстановления не одинаково для различных событий. В этой связи, в предлагаемой работе изучена степень влияния интенсивности и продолжительности главной фазы геомагнитной бури на наличие или отсутствие нелинейной связи между соответствующими токами. В качестве инструмента исследования выбрана классификационная нейронная сеть типа слоя Кохонена.

Классификация главных фаз рассматриваемых 30 одношаговых геомагнитных бурь проводилась сетью типа слоя Кохонена по параметрам, которые были объединены в пары индексов: SYM и AU; SYM и AL; ASY и AU; ASY и AL. В каждом эксперименте нейронной сети предлагалось разделить все события на два класса. Для оценки эффективности работы сети были выбраны события, эффективность восстановления которых в каждой из рассматриваемых пар индексов была наиболее и наименее высокой. Предполагалось, что эти события должны оказаться в разных классах. Эксперименты выполнялись кумулятивным и продуктивным методами для каждого классификационного параметра.

Согласно полученным результатам для пар индексов SYM и AU и SYM и AL, хорошо восстанавливаемые события объединяет общий вид динамики симметричного кольцевого тока и авроральных электроджетов. Почти все эти события соответствуют «классическому» развитию геомагнитной бури с небольшими амплитудами и длительностью. При классификации по двум индексам, одним из которых является индекс ASY, большинство из событий, восстанавливаемых с наибольшей (ASY и AU) или наименьшей (ASY и AL) эффективностью попадают в класс интенсивных и продолжительных бурь. Это свидетельствует о том, что происходит перераспределение энергии между токовыми системами электроджетов и асимметричной части кольцевого тока: если в пределах одного события связь индексов ASY-AU сильна, то связь ASY-AL практически незаметна, и наоборот. Этот факт подтверждает предположение о существовании ионосферно-магнитосферной токовой системы, составными частями которой являются асимметричный кольцевой ток и оба авроральных электроджета.

Геомагнитная активность наземного переменного магнитного поля Земли в северном и южном полушариях

А.Е. Левитин, Л.И. Громова, С.В. Громов, Л.А. Дремухина (*ИЗМИРАН, Москва, Троицк, 142190, Россия*)

Опираясь на уникальное магнитно-спокойное состояние переменного магнитного поля Земли в 2009 году, связанное с уникально спокойным состоянием солнечной активности, мы используем часовые данные магнитных обсерваторий в этот период как уровни отсчетов для выделения часовых данных которые можно отнести к часовой геомагнитной активности локального наземного переменного магнитного поля планеты. Такие данные обсерваторий северного и южного полушарий используются нами для анализа геомагнитной активности переменного геомагнитного поля в разные сезоны года в этих полушариях. Такой анализ позволил оценить недостатки индекса Кр (планетарного индекса геомагнитной активности), который не учитывает различие сезонов года в этих полушариях. Одновременно мы демонстрируем, что этот индекс даёт не совсем верное представление о сезонном ходе наземной геомагнитной активности переменного геомагнитного поля. Основная часть энергии наземной части переменного геомагнитного поля сосредоточена в области высоких широт двух полушарий планеты. А наибольшее поступление этой энергии в наземную часть Земли происходит в периоды магнитных бурь. При этом главные фазы магнитных бурь, в периоды которых генерируются самые большие амплитуды геомагнитной активности, составляют в сумме всего порядка 5-7 процентов времени года. Но именно эти проценты и определяют уровень годовой геомагнитной активности, которую принято оценивать на основе Кр индекса. На самом деле этот индекс, который специально рассчитывается на основе данных обсерваторий, расположенных в субавроральной области северного полушария, контролирует ситуацию, когда развитие геомагнитного возмущения в авроральной области высокоширотного пространства приводит к смещению авроральных токов в сторону экватора. Мы полагаем, что реальная оценка сезонного хода наземной активности переменного геомагнитного поля должна проводиться на основе данных обсерваторий двух полушарий с учетом разности времён года в них. При этом наиболее важно контролировать данные высокоширотных обсерваторий, которые и определяют главным образом геомагнитную активность в данном году. В нашем сообщении мы демонстрируем такую оценку геомагнитной активности переменного геомагнитного поля в разные сезоны года. Она отличается от существующей сегодня оценки на основе Кр индекса планетарной геомагнитной активности.

Пространственная динамика геомагнитной активности переменного магнитного поля Земли в период сильных магнитных бурь

А.Е. Левитин, Л.И. Громова, С.В. Громов, Л.А. Дремухина (*ИЗМИРАН, Москва, Троицк, 142190, Россия*)

В докладе рассмотрены данные магнитных измерений в обсерваториях двух полушарий, расположенных в авроральных, субавроральных и более низких широтах в периоды конкретных сильных магнитных бурь и представлены наши представления о природе наблюдавшихся гигантских магнитных бурь. Количественный расчет геомагнитной активности должен начинаться с её конкретного физического определения. Одновременно должен быть предложен конкретный метод расчета количественной величины этой активности, которая может быть или равна или пропорциональна её величине. Сегодня можно найти только одно подобное конкретное физическое определение геомагнитной активности: геомагнитная активность – это возмущения магнитного поля Земли, связанные с изменениями магнитосферно-ионосферной токовой системы. Однако, остается открытым вопрос, можно проводить количественный расчет этого возмущения. Вместо разработки современного количественного расчета геомагнитной активности, как на уровне земной поверхности, так и в околоземном пространстве, мы продолжаем пользоваться индексами геомагнитной активности, доставшимися нам от замечательных ученых до спутниковой эпохи. В докладе указываются значительные недостатки этих индексов, которые связанные с тем, что их замечательные авторы не владели информацией, которая появилась в период спутниковой эпохи. Одновременно предлагается метод количественной оценки локальной наземной геомагнитной активности переменного геомагнитного поля на основе расчета часовых амплитуд геомагнитного поля, регистрируемых мировой сетью магнитных обсерваторий. Он опирается на уникальное состояние солнечной и геомагнитной активности в 2009 году, что позволяет ввести уровень отсчета часовых амплитуд компонент векторов геомагнитного поля регистрируемых этими обсерваториями. Физическое содержание предлагаемой локальной наземной геомагнитной активности это - энергия магнитного поля, содержащаяся в часовых амплитудах компонент вектора переменного геомагнитного поля, регистрируемого магнитной обсерваторией. Такая энергия количественно определяется как сумма квадратов амплитуд часовых данных этих компонент или как только одной Н компоненты. Таким образом, имея данные геомагнитных измерений мировой сети обсерваторий, мы получаем возможность характеризовать наземную геомагнитную активность переменного геомагнитного поля.

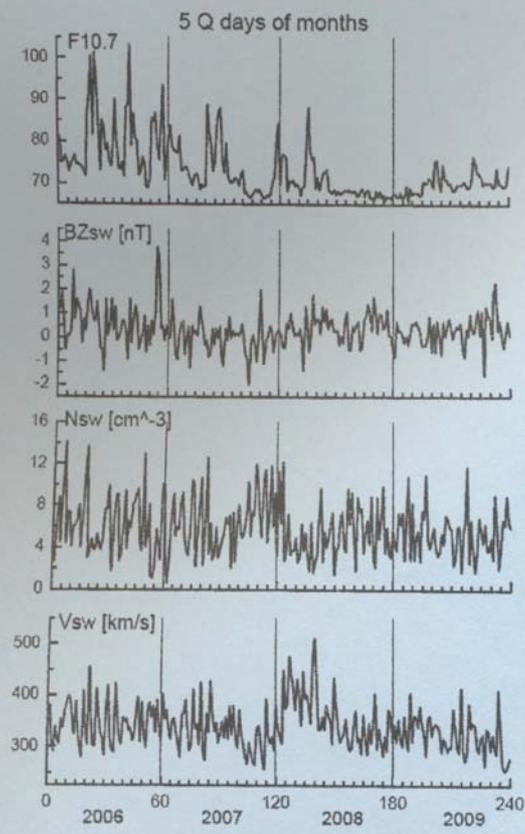
Полярные сияния в мифах и легендах

С.А. Черноус (*Полярный геофизический институт КНЦ РАН, Апатиты, Мурманская обл.*)

Полярные сияния — захватывающее зрелище, поэтому с ним связано множество мифов и поверий. Однако история донаучных познаний и гипотез, выраженных, в частности, в форме легенд и мифов, на взгляд автора освещена недостаточно. Особенно это касается представлений о полярных сияниях у народов Российской Арктики. Если легенды, связанные с полярными сияниями в Северной Америке, опубликованы в монографиях, причём только представлений о сияниях у различных индейских племён показано более десятка, то источники представления о сияниях у северных народов России рассредоточены в различных, независимых по тематике изданиях. В связи с этим автор делает в докладе попытку обзора существующих по этой теме междисциплинарных данных. В простую классификационную схему не удаётся уложить все собранные материалы, так как, например, даже у лопарей Кольского полуострова, существуют противоположные взгляды на явление. С одной стороны полярные сияния приносят беду, и его надо отгонять, с другой это просто небесные братья разыгрались на небосводе. Основные направления легенд выглядят следующим образом: 1. Огни различной природы (отблески костров, отражение Солнца и других источников от полярных льдов). 2. Сражения небесных армий 3. Духи и таинственные силы природы, добрые и злые. 4. Действия создателя всего живого на Земле. 5. Живые существа, встречающиеся в природе и в сказаниях и легендах. Следует отметить, что в отличие от европейцев, у северных народов России гораздо менее выражена боязнь полярных сияний, как предшественников трагических событий. По первому пункту следует заметить, что не только рядовые наблюдатели, но и выдающиеся ученые (например, Декарт) придерживались такого же неверного мнения. Сражения на небесах хорошо описаны в рукописи Ахмада-ибн-Фадлана «Путешествие в страну славян». Но там же отмечено, что местные жители смеялись над наблюдателями с юга и рассматривали сияния, как обычное явление природы. Согласно исследованиям древних летописей Д.О. Святским, победа Александра Невского над тевтонцами на Чудском озере в 1242 году состоялась благодаря тому, что над русскими дружинами появилось небесное воинство. Тот же источник сообщает, что Кирилло-Белозерский монастырь был основан благодаря божественным указаниям, данных Кириллу. Что касается птиц и зверей, то, например, по рассказу сподвижника Петра I Татищева

однажды, во время сияния, множество людей доказывали, что они орла летающего видели. Однако сам он тоже смотрел вверх и ничего необычного не заметил. Тема Змея Горыныча и змеборца подробно проанализирована в объемной исторической монографии Лидии Алексеевой, которая убедительно показала, что Змей не что иное, как полярные сияния, приходящие обычно из Арктики. Отдельно рассмотрены легенды о «мерячении», когда человек под полярными сияниями впадает в беспамятство. В докладе упоминаются также современные городские легенды, например, воздействие так называемых «чёрных сияний» на психику. Легенды, как и научные теории, в своей основе имеют стремление к познанию, так как содержат идеи для объяснения непознанного. К сожалению, в подавляющем большинстве случаев они не могут быть проверены.

Fields, Currents, Particles in the magnetosphere



Modeling the seasonal and diurnal deformations of the equatorial magnetospheric currents

V.A. Andreeva, N.A. Tsyganenko (*Institute of Physics, Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia*)

Arridge *et al.* [2008] reported an evidence for formation of a 'bowl-shaped' equatorial current disk in the magnetosphere of Saturn during epochs with large planetary dipole tilt angle. Based on a large multi-year set of spacecraft data and using a simple model of the magnetic field reversal surface, we found that a similar kind of the tilt-related deformation is clearly presented in the Earth's magnetosphere. Having analyzed the properties of a tilted vacuum magnetic field configuration, we conclude that the bowl-shaped distortion must be a universal feature of the equatorial currents in the magnetospheres with a tilted planetary dipole, and its cause is the joint effect of the north-south asymmetry due to the tilt and day-night asymmetry imposed by the solar wind flow. In this work we derive an analytical model representing the shape of the deformed current sheet as a function of the geodipole tilt angle, state of the interplanetary medium, and the ground disturbance level.

Comparison of quiet time plasma pressure distribution in the ionosphere and in the equatorial plane of the magnetosphere

E.E. Antonova^{1,2}, V.G. Vorobjev³, I.P. Kirpichev², O.I. Yagodkina³

¹ *Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow, 119991, Russia*

² *Space Research Institute, Russian Academy of Sciences, ul. Profsoyuznaya 84/32, Moscow, 117997, Russia*

³ *Polar Geophysical Institute, Apatity, Murmansk Region, 184200, Russia*

The distribution of plasma pressure in the magnetospheric equatorial plane is compared with the plasma pressure and the distribution of the electron precipitations boundaries at ionospheric altitudes under the low level of geomagnetic activity. Pressure at the equatorial plane was determined by using observations of the international mission THEMIS, and that at low altitudes from DMSP spacecraft observations. Plasma pressure isotropy and the validity of the condition of the magnetostatic equilibrium at low level of geomagnetic activity are taken into account. Plasma pressure in such a case is constant on the magnetic field line and can be considered as the "natural tracer" of the field line. It is shown that the plasma ring surrounding the Earth at the geocentric distances from about 6 to 10-12 R_E is the main source of the precipitations in the auroral oval.

Magnetopause shape in terminator plane

E. Gordeev, V. Sergeev (*Saint-Petersburg State University, St-Petersburg, Russia*)

We present an empirical survey of magnetopause location in the narrow magnetospheric region - terminator plane ($X=0$). For this purpose we use the dataset of magnetopause crossings by different spacecraft between 1963 and 1998 years collected by different authors which is an open access in <http://ftpbrowser.gsfc.nasa.gov/magnetopause.html>. About ~1,500 crossings was selected in vicinity of terminator plane, traced to the $X=0$ plane and used for developing of empirical model. This specific model intended to precise the magnetopause location and shape namely in terminator plane that is the one of the principal parameters in semi-empirical method of magnetotail magnetic flux calculation [Shukhtina *et al.*, 2009]. Besides, our model can be useful for other purposes, e.g. testing other magnetopause models or validating results of global magnetospheric numerical simulations.

Sources of electrostatic noise in the upper ionosphere of the auroral zone: The inhomogeneities of the plasma density and electric field

A. Ilysov¹, A. Chernyshov¹, M. Mogilevsky¹, I. Golovchanskaya², B. Kozelov²

¹ *Space Research Institute of the Russian Academy of Science, Moscow, Russian Federation*

² *Polar Geophysical Institute of the Russian Academy of Science, Apatity, Russian Federation*

We consider the problem of instability excitation due to inhomogeneities of the electric field and density in plasma of lower magnetosphere and upper ionosphere. External electric field is assumed longitudinal. The problem is solved numerically for the dispersion relation of Ganguly *et al.* (1985). Inhomogeneous electric fields can

Fields, currents, particles in the magnetosphere

destabilize the type of electrostatic ion-cyclotron waves which can be obtained as unstable solutions of the nonlocal dispersion equation for ion-cyclotron perturbations and their properties differ considerably from the classical ion-cyclotron waves. Such instabilities lead to heating of ions in the Earth's ionosphere and the subsequent outflow of the ions into the magnetosphere. Plasma parameters at which the waves are destabilized are found and analyzed.

Interactive web application for visualization of geomagnetically induced currents

Yu. Katkalov¹, M. Wik², A. Viljanen³

¹*Polar Geophysical Institute, Murmansk, Russia*

²*NEUROSPACE, Sweden*

³*Finnish Meteorological Institute, Finland*

We have developed a web application for visualization of geomagnetic fields and their time derivatives, modelled geoelectric fields, and modelled geomagnetically induced currents (GIC) on a geographical map. This interactive tool was created as a part of the EU/FP7 EURISGIC project to demonstrate the occurrence of GIC in the European prototype power grid model in 1996-2008. The user-friendly server provides a starting point for a further development for operational or educational use by power companies, universities, authorities and civil contingency agencies.

Observation of autooscillation regime of AKR generation

I.L. Moiseenko, M.M. Mogilevsky (*Space Research Institute of RAS*)

Auroral kilometric radiation (AKR) is a powerful radio emission generated at altitudes between 2000-10000 km above the auroral region. AKR is generally observed in the frequency range of 100 – 700 kHz, and AKR spectrum width changes slowly during several dozens of minutes.

We present results of the analysis of wide-band AKR structures obtained by the POLRAD experiment on board the INTERBALL-2 satellite. These structures represent a quasiperiodic sequence of splashes which were called bursts by analogy with astrophysical bursts. These splashes are more often observed at the beginning and end of AKR radiation interval and have the main characteristics:

- characteristic burst repetition period is ~ 6 – 10 min;
- burst intensity is by one or two orders higher than background AKR intensity;
- as a rule, the front edge of a burst (0.5-2 min) is more abrupt in comparison with the back edge (up to 10 min);
- there are two regions where splashes are more often observed—the evening and after midnight sectors of the magnetosphere

The possible generation mechanism of AKR burst formation is proposed.

Some characteristic properties of particle precipitation in Lovozero and Barentsburg during SC on 24 January 2012

V.C. Roldugin, A.V. Roldugin, S.V. Pilgaev (*Polar Geophysical Institute, Apatity, Russia*)

F. Sigernes (*University in Svalbard, Norway*)

The sudden commencement on 24 January 2012 at 1503 UT was caused by the shock wave with changes on the front by pressure from 1 to 10 nPa, by velocity from 400 to 700 km/s and by Bz from +1 to +15 nT. The sky transparency permitted to make optical observations during the event in Lovozero, Barentsburg and Longyearbyen.

In Lovozero three minutes after SC and two minutes after an electron aurora the hydrogen emission H α appears. It is seen during 5 minutes and moves poleward. In Barentsburg the H α appears eight minutes after SC at one time with 1PGN2 band which due to high energy electrons, and it has been observed during twenty minutes. The meridional scanning photometer in Longyearbyen disclosed beginning of 5577 emission at 1507 UT along the all meridian, its maximum occurred at 1512-1515. The H α appears also at 1507 and it is maximal at 1512 with brightness about of 300 R, is seen mainly in the South.

In Lovozero a particle precipitation starts at 15:03.30 UT, but the perceptible magnetic disturbance by negative polarity begins at 15:04:20, i.e. 50 sec later. The peak of luminosity lags one and half minute to the positive magnetic peak.

In Lovozero this SC gives rise to beginning of Pc5 geomagnetic pulsations, but they are absent in Barentsburg.

GIC recordings at the North West of Russia for EURISGIC project: Data and modeling

Ya. Sakharov¹, Yu. Katkalov¹, V. Selivanov², A. Viljanen³

¹*Polar Geophysical Institute, Murmansk, Russia*

²*Centre for Physical and Technological Problems of Energy in Northern Areas, Apatity, Russia*

³*Finnish Meteorological Institute, Finland*

Geomagnetically induced currents in neutrals of the five transformer substations are used to investigate the effects of space weather on power grid in the framework of EURISGIC Project. Two years of continuous registration was given ample material to assess the dependence of GIC on the level of geomagnetic activity. Recorded GIC are compared with the results of model calculations.

Conditions of magnetic barrier formation: THEMIS observations

V.S. Semenov, K.Yu. Slivka and N.P. Dmitrieva (*Saint-Petersburg State University, St-Petersburg, Russia*)

Magnetic barrier is a region with enhanced magnetic field magnitude and depleted plasma. It is formed into the inner magnetosheath layer adjacent to the low-latitude dayside magnetopause. According to general point of view a magnetic barrier can persist only for the northward interplanetary magnetic field (IMF) while it is completely absent for the southward IMF.

We made a study to check appearance of magnetic barrier for different directions of IMF. We created and analyzed special data base consisting 74 events of low-latitude dayside magnetopause crossings by the THEMIS satellites. Furthermore, we used the superposed epoch analysis to study variations of magnetic field and key plasma parameters near the magnetopause in a systematic way. Although magnetic barrier is the most pronounced for the northward IMF, we are still able to find signatures of magnetic barrier for the southward IMF. According to theory magnetic barrier builds up more slowly than it collapses due to reconnection. We found out that magnetic barrier field was about 80% of the magnetospheric value for the southward IMF cases with minimum magnetopause reconnection rate. In the other hand, previous statistical studies show that magnetic barrier field is no more than 50% of the magnetospheric value for the southward IMF. For the southward IMF cases with destroyed magnetic barrier, we also made a histogram of events distribution by the reconnection rate.

Another diagnostic characteristic of magnetic barrier is the temperature anisotropy. We made a study of temperature anisotropy in the magnetic barrier and found that it was observed in all cases except with high-speed flows in the magnetosheath.

Thin current sheets in the Venus magnetotail

I.Y. Vasko¹, L.M. Zelenyi¹, A.V. Artemyev¹, A.A. Petrukovich¹, T.L. Zhang², H.V. Malova¹, V.Y. Popov¹, R. Nakamura²

¹*Institute of Space Research of Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow*

²*Space Research Institute of Austrian Academy of Sciences, Austria, Graz*

We study 13 crossings of the current sheet (CS) in the Venus magnetotail by the Venus Express spacecraft. The observed current sheets can be classified in two groups. The first group includes 7 CSs, which magnetic field profile has one characteristic spatial scale. The second group includes 6 CSs, which profile has two spatial scales.

The observed double-scale CS structure can be supported by the multi-specie ion population (solar wind protons and Venus ionosphere oxygen ions O⁺). The observed profiles can be explained by thin current sheet (TCS) model, which assumes that ion population consists of protons and oxygen ions. According to TCS model in single-scale CSs the current is generally carried by one of the ion populations. In double-scale CSs amplitudes of currents carried by different ion populations are comparable. The inner scale of double-scale CSs is provided by proton current, while the outer scale is provided by oxygen ion current. According to TCS model the thickness of the Venus current sheet is several ion thermal gyroradii.

Auroral turbulence of the ionospheric convection

M.A. Volkov (*Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia*)

The formation of the two-dimensional auroral structures in the cold ionospheric- magnetospheric plasma under convection is considered. The convection inhomogeneity leads to the currents across and along the magnetic field lines. The field-aligned currents flowing from the ionosphere into the magnetosphere are creating positive feedback between magnetospheric and ionospheric perturbations. The ionosphere is assumed by a thin conductive layer, but the processes of the ionization and recombination of charged particles are considered. The existence of the auroral cavity is accounted, which is modeled as a step-like function changing of the charged particles density with altitude.

Precipitation of relativistic electrons as seen by NOAA POES

T.A. Yahnina, N.V. Semenova, A.G. Yahnin, B.B. Gvozdevsky (*Polar Geophysical Institute, Apatity, Russia*)

The MEPED instrument onboard NOAA Polar-orbiting Operational Environmental Satellites (NOAA POES) was designed to measure precipitating and quasi-trapped protons and electrons in the ranges 30 keV to 200 MeV (for protons) and 30 keV to 2500 keV (for electrons). In particular, proton telescopes measure protons in six channels: P1 (30-80 keV), P2 (80-250 keV), P3 (250-800 keV), P4 (800-2500 keV), P5 (2500-6900 keV), and P6 (>6900 keV). Protons appear in the P6 channel very seldom (only during Solar Proton Events). At the same time, this channel can be contaminated by relativistic ($E \sim 1$ MeV) electrons. Using P6 data we performed a study of relativistic electron precipitation (REP) within interval of 25 July – 31 August 2005 characterizing by variable geomagnetic activity. We found that most often REP events are observed in the night sector in relation to isotropy boundary of relativistic electrons. It means that these REP events are due to violation of adiabatic motion of particles in the region of a relatively weak magnetic field in the equatorial plane of magnetosphere. Further, a substantial part of REP events is observed in association with enhancements of energetic ($E > 30$ keV) electrons equatorward of the electron isotropy boundary. We interpret the precipitation of electrons in the wide range of energies as result of scattering the particles into the loss cone by ELF/VLF waves. Finally, relativistic electrons can be scattered into the loss cone by EMIC waves. This possibility is actively discussed in the literature. At the same time, it is known that EMIC waves effectively scatter energetic protons and produce proton precipitation bursts equatorward of the proton isotropic boundary. To investigate the REP/EMIC wave relationship we consider how such proton precipitation bursts seen in P1-P3 channels correlate with REP. It turned out that proton precipitation bursts observed in the morning and day sectors do not correlate to REP events, but in the evening sector some of the proton precipitation bursts do correlate. However, even in such cases, enhancements of the >30 keV electron flux are also registered with electron detectors, suggesting the presence of ELF/VLF waves. These facts pose a question if EMIC waves play a significant role in relativistic electron precipitation seen by NOAA POES.

Использование методов математической морфологии при анализе данных наземных наблюдений полярных сияний

Б.В. Козелов (*ППГИ КНЦ РАН, г. Апатиты, Россия, Boris.Kozelov@gmail.com*)

Прикладные методы математической морфологии (ММ) в последние годы активно развивались в связи с необходимостью решения задач автоматического распознавания объектов на ТВ изображении, в картографии и машинном зрении. Наземные оптические наблюдения полярных сияний имеют ряд особенностей (сильные аспектные искажения, малая контрастность, отсутствие четкой формы, объёмность свечения), которые необходимо учитывать при использовании ММ для анализа пространственно-временной структуры аврорального свечения. В докладе обсуждаются примеры использования методов ММ для получения пространственно-временных характеристик пульсирующих полярных сияний и мультиплетных авроральных дуг, а также при триангуляции. Использовались данные комплекса MAIN из 5 авроральных камер с различным полем зрения, установленных в Апатитах. Комплекс позволяет регистрировать как крупномасштабное распределение аврорального свечения в окрестности с радиусом ~ 400 км, так и мелкие ~ 100 м детали вблизи магнитного зенита. Наблюдения из двух точек вблизи магнитного зенита дают возможность оценить высоту области свечения.

Расщепленные конфигурации тонкого токового слоя с двумя самосогласованными и постоянной нормальной компонентами магнитного поля

О.В. Мингалев¹, И.В. Мингалев¹, Х.В. Малова^{2,3}, М.Н. Мельник¹, Л.М. Зеленый²

¹*Полярный геофизический институт КНЦ РАН, Анатиты, mingalev_o@pgia.ru*

²*Институт космических исследований РАН, Москва*

³*Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В. Скобельцына МГУ, Москва*

При помощи численной модели тонкого токового слоя (ТТС) в хвосте магнитосферы, основанной на методе крупных частиц, впервые в численном моделировании получена расщепленная квазистационарная конфигурация ТТС. Самосогласованными являются две компоненты магнитного поля (тангенциальная $V_x(z)$ и сдвиговая $V_y(z)$) и тока ($j_x(z)$ и $j_y(z)$, соответственно), а нормальная компонента магнитного поля (B_z) считается постоянной. В этой конфигурации токовый слой существенно несимметричен, и разделен на два токовых слоя с узкой областью малого отрицательного тока между ними. При этом сдвиговая компонента магнитного поля $V_y(z)$ положительна и по амплитуде примерно в 4 раза меньше величины ΔV_x изменения при переходе через слой тангенциальной компоненты $V_x(z)$. Подобные расщепленные конфигурации ТТС встречаются в данных спутников CLUSTER.

Колебания тонкой магнитной силовой трубки в хвосте магнитосферы Земли

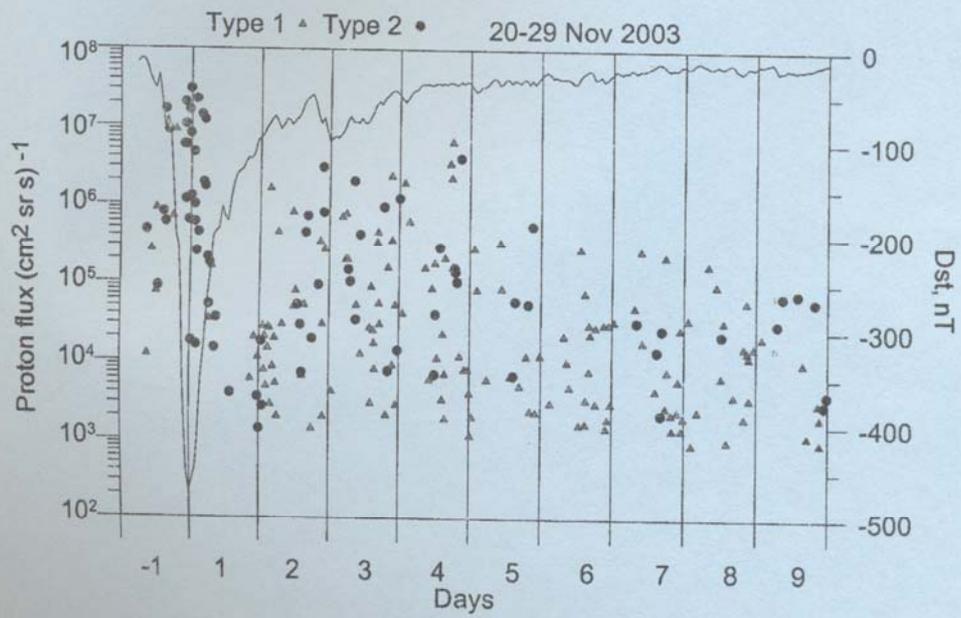
Н.В. Яковлева, В.С. Семенов, И.В. Кубышкин (*Санкт-Петербургский Государственный Университет*)

Токовые слои в магнитосфере Земли (токи на магнитопаузе и токовый слой хвоста) играют ключевую роль в магнитосферной динамике. Протекающие в них взрывообразные процессы (процессы пересоединения) считаются ответственными за генерацию крупномасштабных токовых систем, ускорение частиц и резкую перестройку структуры магнитного поля. Поэтому моделирование таких процессов представляет большой интерес в физике магнитосферы.

Наиболее простым способом моделирования пересоединения в хвосте магнитосферы является приближение тонкой магнитной силовой трубки. Проведено численное моделирование поведения магнитной силовой трубки в постановке, похожей на подход Вольфа (R.A. Wolf, C.X. Chen, F.R. Toffoletto, JGR, vol. 117, A02215, 2012).

В процессе моделирования рассматривается изолированная тонкая трубка, находящаяся в положении равновесия, рассчитывается ее энтропия. Далее из первоначальной трубки убирается часть плазмы, полученная новая магнитная силовая линия, с уменьшенной концентрацией, начинает двигаться к Земле под действием силы Ампера. В процессе движения она доходит до положения равновесия трубки с наиболее близкой по значению энтропией, проскакивает его и затем продолжает колебаться у этого нового положения равновесия. Полученные результаты соответствуют энтропийному критерию, а частота колебаний примерно соответствует формуле Вольфа.

Waves, Wave-Particle Interaction



Electron pitch-angle diffusion: Resonant scattering by waves vs. nonadiabatic effects

A.V. Artemyev¹, K.G. Orlova^{2,3}, D. Mourenas⁴, O.V. Agapitov^{5,6}, V.V. Krasnoselskikh⁷

¹*Space Research Institute, RAS, Moscow, Russia*

²*Department of Earth and Space Sciences, University of California, Los Angeles, California, USA*

³*Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

⁴*CEA, DAM, DIF, F-91297, Arpajon, France*

⁵*Space Sciences Laboratory, University of California, Berkeley, California, USA*

⁶*National Taras Shevchenko University of Kiev, Kiev, Ukraine*

⁷*UMR7328, LPC2E/CNRS - University of Orleans, Orleans, France*

In this presentation we discuss the electron pitch-angle diffusion coefficients in the night-side inner magnetosphere around the geostationary orbit $L \sim 7$ due to magnetic field deformation. We compare the effects of resonant wave-particle scattering by lower-band chorus waves and the adiabaticity violation of electron motion due to the strong curvature of field lines in the vicinity of the equator. We show that for a realistic magnetic field configuration, the nonadiabatic effects are more important than the wave-particle interactions for high energy (>1 MeV) electrons. For smaller energy, the scattering by waves is more effective than nonadiabatic one. Moreover, the role of nonadiabatic effects increases with particle energy. Therefore, to model electron scattering and transport in the night-side inner magnetosphere, it is important to take into account the peculiarities of high-energy electron dynamics.

Poloidal monochromatic pulsations in Pc4-5 range observed by array of satellites in the morning sector

V.B. Belakhovsky¹, V.A. Pilipenko²

¹*Polar Geophysical Institute, Apatity, Russia*

²*Institute of Physics of the Earth, Moscow, Russia*

Monochromatic geomagnetic pulsations in the Pc4-5 frequency range for the event 9 September 2007 were studied using GOES, THEMIS, and ETS spacecrafts. The satellite observations showed that these pulsations are a poloidal-type fundamental mode of Alfvén field line oscillations with the dominant radial and field-aligned magnetic components. The observed pulsations excited during the low geomagnetic activity and are quite similar to Pg type pulsations. Contrary to typical Pg, these pulsations practically cannot be seen on the CARISMA magnetometers. The observed magnetic pulsations were accompanied by the simultaneous pulsations in the fluxes of energetic electrons and protons, as seen by LANL-1994 satellite. A strong increase of the electron density in the magnetosphere was found before the onset of the geomagnetic pulsations. We suppose that the injection of energetic electrons may be responsible for the excitation of the poloidal Pc4-5 pulsations at the morning flank of the magnetosphere, though specific excitation mechanism is still unknown.

Generation of VLF chorus emissions in the magnetosphere

A.G. Demekhov (*Institute of Applied Physics, Nizhny Novgorod, Russia*)

We discuss the nature of electromagnetic signals with discrete dynamical spectrum in the magnetosphere. Bright example of such signals are VLF chorus emissions. It is now widely accepted that they are generated via cyclotron resonant mechanism in the near-equatorial region, and their frequency-time structure is formed due to nonlinear wave-particle interactions. For the observed fluxes of energetic electrons in the inner magnetosphere ($L = 4-5$), measured high linear growth rates for chorus emissions can be explained only by assuming a steep gradient (step) on the electron distribution function in parallel velocities. This has given the origin to the backward-wave oscillator (BWO) model suggested by V.Yu. Trakhtengerts [1995]. The model is based on the absolute instability of whistler-mode waves which can exist if a step-like feature is formed on the energetic-electron distribution function.

Nonlinear evolution of chorus spectrum, according to this model, occurs due to the sideband instability of an initially generated quasi-monochromatic wave. This concept allows one to estimate both the characteristic chorus amplitude and frequency drift rate, and the obtained values are close to the measured ones [Trakhtengerts *et al.*, 2004]. For sideband instability to develop, the wave amplitude has to be high enough, and, since the amplitude is related to the linear growth rate, it ensures the presence of the nonlinear threshold value of energetic electron flux for chorus formation, which is about an order of magnitude higher than the linear threshold for the BWO regime.

Waves, wave-particle interaction

This was shown in simulations [Demekhov, Trakhtengerts, 2008] and has recently been confirmed by Titova *et al.*, [2012] who analyzed Cluster data on chorus frequency drift rates.

One of current problems related to VLF chorus concerns conditions under which rising or falling tones are formed. On the basis of the BWO model, one can assume that the sign of the frequency drift is determined by the mutual compensation of the mismatch from the cyclotron resonance due to the frequency drift and effective inhomogeneity of the medium. In particular, falling tones should be formed if the electrons move towards the decreasing magnetic field in the generation region [Demekhov, 2011]. We demonstrate the validity of this concept by numerical simulations and compare it with other works devoted to this topic [Nunn and Omura, 2012].

References

- Demekhov A.G., Trakhtengerts V.Yu. Dynamics of the magnetospheric cyclotron ELF/VLF maser in the backward-wave-oscillator regime. II. Influence of the magnetic field inhomogeneity // *Radiophys. Quantum Electron.* 2008. V.51, No.11. P. 609-622.
- Demekhov A.G. On the generation of VLF emissions with increasing and decreasing frequency in the magnetospheric cyclotron maser in the backward-wave oscillator regime // *Radiophys. Quantum Electron.* 2011. V.53, No.11. P. 880-889.
- Titova E., Kozelov B., Demekhov A., Santolik O., Macusova E., Rauch J.-L., Trotignon J. G., Gurnett D., Pickett J. Properties of the magnetospheric backward wave oscillator inferred from CLUSTER measurements of VLF chorus elements // *J. Geophys. Res.* 2012. V.117, A08210. doi:10.1029/2012JA017713.
- Trakhtengerts V.Yu. Magnetosphere cyclotron maser: Backward wave oscillator generation regime // *J. Geophys. Res.* 1995. V.100, No.9. P. 17205-17210.
- Trakhtengerts V.Y., Demekhov A.G., Titova, E.E., Kozelov B.V., Santolik O., Gurnett D., Parrot M. Interpretation of Cluster data on chorus emissions using the backward wave oscillator model // *Phys. Plasmas.* 2004. V.11, No.4. P. 1345—1351.
- Nunn D., Omura Y. A computational and theoretical analysis of falling frequency VLF emissions // *J. Geophys. Res.* 2012. V.117, A08228. doi:10.1029/2012JA017557.

The role of shears in the parallel drift of ionospheric particles in excitation of electrostatic waves

I.V. Golovchanskaya (*Polar Geophysical Institute, Apatity, Russia*)

It is known from observations that small-scale nonlinear Alfvénic structures in the auroral ionosphere are commonly filled with broadband electrostatic turbulence, whose properties are inconsistent with the theory of EIC and IA waves in an infinite homogeneous plasma [Kindel and Kennel, 1981]. In particular, electrostatic signatures are observed for subcritical field-aligned currents and large ion/electron temperature ratios, in contradiction with the predictions of the classical theory. We note that since the background Alfvénic structures contain several types of inhomogeneities, these should be included in the description of electrostatic wave excitation. In our previous works [Golovchanskaya *et al.*, 2013; Chernyshov *et al.*, 2014] we demonstrated how the presence of inhomogeneous electric fields and transverse density gradients in the background configuration changes the properties of the excited EIC waves. In the present study we investigate the influence of shears in the parallel drift of ionospheric particles on the electrostatic wave excitation process.

Geomagnetic Pc1 pulsations in the solar activity minimum

N.G. Kleimenova, F.Z. Feygin, L.M. Malysheva (*Institute of the Physics of the Earth RAS, Moscow, Russia*)

We studied the long-lasting (more 2 hours) series of Pc1 geomagnetic pulsation occurrence during the minimum of the solar activity (2006-2010) as compared with its increasing phase (2010-2012), based on the ground-based induction magnetometer network at Scandinavia. It is well known, that the Pc1 occurrence maximum is observed in the declining phase of the solar activity. Really, in the declining phase of the 23-th cycle of the solar activity (2006), the number of the hours with long-lasting Pc1 series was ~270. In the minimum between 23-th and 24-th cycle, the lowest value of the Wolf number (W_p) ~ 3 was observed in 2008 and 2009. However, in 2008 there were two sequences of recurrent magnetic storms with 13-14 storms in each, i.e. an overall about 30 moderate magnetic storms, but in 2009 there were only 5 small magnetic storms. Correspondingly, the number of the hours with long-lasting Pc1 series was ~100 in 2008 and it was ~20 in 2009. It supports the relationship of long-lasting Pc1 generation with magnetic storms development. Generally, during the solar activity minimum, the shape of the frequency-temporal Pc1 spectra looked like a very monochromatic emission of not more 3-5 hours duration. However, during the declining (2006) and increasing (2010) phases of the solar activity, the spectral structure of Pc1 became more complicated and the duration of the Pc1 series increased up to 10-12 hours. Sometimes it consisted of several varying frequency bands. The possible physical interpretation is discussed.

Application of the radioholographic method for searching of ore bodies

V.A. Lubchich (*Polar Geophysical Institute, Apatity, Russia*)

The radioholographic method is destined for quick visualization of geoelectric heterogeneities in the earth's crust. The areal measurement of amplitudes and phases of electromagnetic field components is used for the holographic reconstruction of medium, anomaly areas with high electrical conductivity are localized in the earth's crust by using the holographic reconstruction. The report deal with the application of the radioholographic method for searching of ore bodies on the mount Loipishnjun in the Monchegorsk ore region. The result of holographic visualization of geoelectric heterogeneities are in good agreement with the geological structure of this site, where rich sulfide ore zones have been discovered by drilling wells.

First preliminary results of the simultaneous observations of VLF emissions at two longitude spaced stations: Kannuslehto, Finland – Lovozero, Russia

J. Manninen¹, Yu. V. Fedorenko², N. G. Kleimenova^{3,4}

¹*Sodankyla Geophysical Observatory, Finland*

²*Polar Geophysical Institute RAS, Apatity, Russia*

³*Institute of Physics of the Earth RAS, Moscow, Russia*

⁴*Space Research Institute RAS, Moscow, Russia*

Several events obtained as a result of the first simultaneous VLF observations at two closely located points in Finland and Russia at L~5.3 have discussed. The VLF data were collected from the Finnish Kannuslehto (KAN) station ($\Phi = 64.2^\circ$), located at about 35 km to the northwest of Sodankyla observatory, and from the Russian Lovozero (LOZ) observatory ($\Phi = 64.1^\circ$), located about 400 km to the east of KAN. For the first time the calibration of the Finish recording equipment has been done using the method developed at the Polar Geophysical Institute. The first preliminary results of the comparison of the VLF emissions spectrograms at KAN and LOZ showed that in the majority of cases, the bursts of VLF emission appeared at both stations, on the whole, synchronously with the identical wave polarization. Usually at both stations, the VLF chorus, typical for magnetic disturbed periods, was observed in the same frequency band with a similar spectral structure indicating the significant longitudinal dimensions of the ionospheric exit region of VLF chorus. Under quiet magnetic conditions (Kp~0-1) following the disturbed day with Kp=4, a series of QP signals with a strange and very complicated time-frequency signal structure within ~2-4 kHz frequency band of ~1-2 min duration demonstrated very similar properties at KAN and LOZ. However, sometimes the VLF intensity and the time dynamics of the signal structures were different at KAN and LOZ. Moreover, we found some discrete quasi-periodic (QP) emissions with the repetition periods of about 3-4 seconds which were observed only at one of these stations. Future detailed analysis of the longitudinal properties of VLF emissions, recorded simultaneously at KAN and LOZ, will give new evidence of the wave exit point location and its relationship with magnetosphere and ionosphere processes.

Pc4 auroral pulsation as a display of plasma processes in perturbed tube

V.C. Roldugin, A.V. Roldugin, S.V. Pilgaev (*Polar Geophysical Institute, Apatity*)

It is known that the regular geomagnetic pulsations *Pc1-5* are accompanied always by similar auroral pulsations. Sometimes both pulsations vary concurrently as spike-to-spike, with the same period. However, the events occur when period of the auroral pulsations is equal to doubled period of geomagnetic pulsations, and such cases can not be explained by different fields of view of magnetometer and photometer. These theses are shown by the examples of *Pc4* pulsations in Lovozero. We interpret the period duplication as diamagnetic effect of plasma in the pulsating magnetospheric tube.

Features of ELF waves propagation along the subauroral and midlatitude paths

A.E. Sidorenko¹, E.D. Tereshchenko¹, P.E. Tereshchenko² and V.F. Grigoriev¹

¹*Polar Geophysical Institute, Murmansk, Russia*

²*IZMIRAN, SPb. Filial, St.-Petersburg, Russia*

Two recent experimental works devoted to studying the features of artificial extremely low frequency (ELF) waves propagation along the subauroral and midlatitude paths are described. The source of the EM field was a ground horizontal electric dipole located on Kola Peninsula. Theoretical estimates of the magnetic field amplitude, based on model of ELF waves propagation in the Earth-Ionosphere waveguide, are compared with the measurements. The need to account the ground conductivity frequency dispersion under the source when calculating the far-field is shown. Waveguide propagation parameters in ELF range for the subauroral and midlatitude paths zone are determined.

Laboratory study of electron cyclotron instabilities in nonequilibrium mirror-confined plasma for astrophysical applications

M.E. Viktorov, S.V. Golubev, E.D. Gospodchikov, I.V. Izotov, D.A. Mansfeld, A.G. Shalashov

Institute of Applied Physics RAS, Nizhny Novgorod, Russia

We discuss the use of a mirror-confined plasma of the electron cyclotron resonance discharge for modeling of burst processes in the inner magnetosphere of the Earth associated with the implementation of the plasma cyclotron maser. Heating under the electron cyclotron resonance conditions allows to create two component plasma which is typical for the inner magnetosphere of the Earth. One of the most interesting electron cyclotron resonance manifestations is the generation of bursts of electromagnetic radiation that are related to the explosive growth of cyclotron instabilities of the magnetoactive plasma confined in magnetic traps of various kinds and that are accompanied by particle precipitations from the trap. We investigate several regimes of cyclotron maser which are realized in dense and rarefied plasma, in the presence and absence of a permanent powerful gyrotron microwave radiation as a source of nonequilibrium particles in the plasma. Using the new technique for detection of microwave radiation we studied the dynamical spectrum and the intensity of stimulated electromagnetic radiation from the plasma in a wide frequency band covering all types of cyclotron instabilities. Also possible applications for astrophysical plasma are discussed.

Spectral slope of high-latitude Pi3 and guiding parameters in the interplanetary space and in the magnetosheath

N.V. Yagova

Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences

Spectral parameters of high latitude ULF disturbances in Pc5/Pi3 (1-5 mHz) frequency band recorded by IMAGE and CARISMA magnetometer chains during two years are analyzed. It is shown that unlike spectral power which is determined predominantly by parameters of undisturbed solar wind, coherent variations of Pi3 spectral slope cannot be explained by variations of undisturbed solar wind parameters. It is found, that Pi3 spectral slope depends on parameters of ULF fluctuations in the magnetosheath demonstrating active response of the magnetosphere-magnetosheath system to external triggering.

The study is supported by the RFBR grant № 13-05-90436.

Parameters of middle and low latitude night time ULF noises in Pc3 frequency band in the ionosphere and on the ground

N.V. Yagova¹, V.A. Pilipenko^{1,2}, A.Yu. Schekotov¹, N.S. Nosikova^{1,3}, B. Heilig⁴, K. Hattori⁵, and M. Hayakawa⁶

¹*Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences, Moscow*

²*Space Research Institute (IKI), Moscow*

³*National Nuclear University, MEPHI, Moscow, Russia*

⁴*Tihany Geophysical Observatory MFGI, Tihany, Hungary*

⁵*Chiba University, Japan*

⁶*UEC, Research Station on SeismoElectromagnetics, Chofu Tokyo, Japan*

We study spectral parameters of night-time geomagnetic disturbances in Pc3 frequency range recorded on the ground surface in seismic (Kamchatka, Japan) and non-seismic (Hungary) regions and in the F-layer of the ionosphere by CHAMP satellite. Global, regional, and local sources probably related to seismic and thunderstorm activity are discriminated with the help of comparative analysis of ground and ionospheric recordings. Spectral parameters on background night-time ULF noises in Pc3 frequency range at quiet geomagnetic conditions are quantified and guiding parameters in the magnetosphere are analyzed. It is found that ULF activity in Pc3 frequency range even under quiet geomagnetic conditions is characterized by high variability which should be taken into account in seismoelectromagnetic studies.

The study is supported by RFBR (grant № 13-05-12091)

Applying of the discrete mathematical analysis to geomagnetic pulsations study

N.R. Zelinsky¹, N.G. Kleimenova¹, S.M. Agayan²

¹*Smidt Institute of the Physics of the Earth RAS, Moscow, Russia*

²*Geophysical Center of the RAS, Moscow, Russia*

There is a huge of deal of observed geophysical data collected by multi-stations ground-based observations. One of the actual challenges is to develop different methods of their analysis. Here we try to apply some of methods of the discrete mathematical analysis (DMA) to study the characteristics of the different types of geomagnetic pulsation. First at all, the original obtained row magnetic digital data were filtered by applying the sixth order Butterworth filter. Different frequency band passes were used to extract the different frequency types of pulsations. We analyzed the properties and the global scale latitude distribution (from polar to equatorial latitudes) of 3 different types of geomagnetic pulsations: day-time long period Pc5-range pulsations (2-5 mHz), night-time irregular Pi2 pulsations ($f=8-20$ mHz), and day-time Pc3 pulsations ($f=20-50$ mHz).

Then the calculations of the eigenvalues of covariance matrix of the magnetic components in the moving time window have been performed. To correlate the simultaneous bursts of geomagnetic pulsations at the observatories, located at the different latitudes, the general dispersion of the covariance matrix eigenvalues was calculated as well as the 'length' and 'energy' functionals. In case of Pc3 pulsations the fuzzy borders algorithm was used for elemental pulsations recognition and then DMA clustering have been done to join them.

Applying of the discrete mathematical analysis to study the global latitudinal structure of Pi2 geomagnetic pulsations: Case study

N.R. Zelinsky¹, N.G. Kleimenova¹, A.L Kotikov^{2,3}

¹*Schmidt Institute of the Physics of the Earth RAS, Moscow, Russia*

²*St.Petersburg branch of IZMIRAN, St. Petersburg, Russia*

³*St.Petersburg State University, St. Petersburg, Russia*

The methods of DMA (discrete mathematical analysis), namely the calculation of the general dispersion of the two-dimensional covariance matrix of the wave, have been applied to study the global latitudinal structure of the irregular Pi2 ($f=8-25$ mHz) geomagnetic pulsation. The analysis of two events of Pi2 pulsations is presented here: the high-latitude polarward drifting substorm on Apr. 13, 2010 and the onset of the polar substorm on Dec. 04, 2010. The 10-s sampled data from IMAGE magnetometer chain and 1-s sampled data from several INTERMAGNET

stations including the equatorial latitude have been used in this study. The spatial dynamics of the ionosphere currents (electrojets) location during the considered substorms was investigated by using the numerical model simulations. For the first time, the analysis of the simultaneous magnetic records has been carried out for the geomagnetic latitudes from the polar cap to the equator. It was established, that the considered Pi2 pulsation bursts have a latitude global character, but some Pi2 properties were different at different latitudes confirming their different generation mechanisms at various places in the magnetosphere.

Формирование каверн с пониженной плотностью и нестационарным электрическим полем в зоне авроральных продольных токов

П.А. Беспалов¹, В.Г. Мизонова²

¹*Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород*

²*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева*

Для высокоширотных областей земной магнитосферы характерно существование кинетических альвеновских волн. В поле интенсивных КАВ могут реализовываться благоприятные условия для развития токовых неустойчивостей. Порог неустойчивостей существенно ниже в случае волн, распространяющихся почти поперек внешнего магнитного поля и при низких плотностях фоновой плазмы. Если амплитуда продольных токов КАВ превышает некоторое критическое значение, на разных интервалах периода КАВ могут реализовываться различные режимы неустойчивостей. На интервале периода, когда превышает скорость ионного звука, может развиваться ионно-звуковая неустойчивость. На интервале периода КАВ, когда направленная скорость электронов превышает тепловую скорость (критерий бунемановской неустойчивости), неустойчивыми становятся мелкомасштабные по сравнению с продольной длиной КАВ возмущения плазменной плотности. При этом плазма вытесняется из областей с пониженной плотностью, в результате чего формируются каверны плотности с сильным нестационарным антисимметричным электрическим полем. Формирование каверн плотности и переход плазмы в сильно турбулентное состояние приводит к значительному увеличению сопротивления плазмы. Существование сильной турбулентности и увеличение проводимости в зоне распространения кинетических альвеновских волн подтверждается экспериментальными наблюдениями на спутниках FAST, Freja, Polar, Viking.

Для демонстрации процесса формирования каверн использованы численные расчеты. Оценены основные параметры каверн: характерное время образования каверны, минимальная концентрация плазмы и электрическое поле в каверне, эффективная частота соударений электронов с полем каверн и обусловленная этими соударениями аномальная проводимость плазмы на начальной стадии их формирования. Если продолжительность интервала периода КАВ, когда выполнено условие бунемановской неустойчивости, больше характерного времени формирования каверны, для оценки аномальной проводимости необходимо рассмотреть установившегося режима и нахождение плотности энергии поля каверн в режиме насыщения. Характерный продольный масштаб каверн плотности равен длине ионно-звуковых колебаний, то есть минимальный размер каверны имеет порядок дебаевского радиуса. По экспериментальным данным, продольные размеры наблюдаемых мелкомасштабных структур с сильным электрическим полем составляет десятки дебаевских радиусов. Оценки минимальной концентрации позволяют объяснить экспериментальные значения уменьшения концентрации на порядок величины [Genot and Louarn, 1999]. Электрическое поле в каверне по полученным в работе оценкам может в несколько десятков раз превышать амплитуду поля КАВ на пороге неустойчивости.

Влияние на генерацию колебаний убывающего периода характеристик области суббуревой инжекции

А.А. Любчик (*Полярный Геофизический институт, Анатиты*)

Численно моделируется генерация геомагнитных колебаний убывающего периода (КУП) при контакте дрейфующих в долготном направлении энергичных протонов, инжектированных во время суббури, с холодной плазмосферной плазмой. Исследована зависимость характеристик геомагнитных пульсаций КУП, таких как длительность, наклон, частотный диапазон пульсаций, от свойств инжектированных частиц, а именно от долготной ширины и длительности суббуревой инжекции, начальной энергии и спектра инжектированных протонов. Показано, что модель способна объяснить основные экспериментальные свойства КУП.

Создание методики оценки шумовых свойств регистраторов магнитных компонент поля ОНЧ излучений

А.С. Никитенко (*Полярный геофизический институт, Анатимы*)

Развертывание систем, регистрирующих магнитные компоненты ОНЧ излучений, встречает трудности из-за больших размеров рамочных антенн. Возникает необходимость конструирования антенн магнитных датчиков оптимальных формы и размеров для конкретных условий эксплуатации. Их чувствительность оценивается сравнением спектральной плотности напряжения шумов, порождаемого датчиком, и спектральной плотности напряженности магнитного поля шумов волновода Земля-ионосфера. Среднестатистические значения спектральной плотности напряженности магнитного поля шумов волновода Земля-ионосфера известны. Возникает вопрос в выборе метода расчета спектральной плотности напряжения шумов антенных усилителей регистраторов ОНЧ излучений.

В настоящей работе приведен метод расчета чувствительности регистраторов ОНЧ излучений, который учитывает как собственные тепловые шумы антенны, так и шумы, порождаемые в первых усилительных каскадах. Метод позволяет рассчитать спектральную плотность напряжения шумов используемых магнитных рамочных антенн в зависимости от выбранной формы антенны, количества витков и выбранного малошумящего операционного усилителя. Аналогично рассчитывается спектральная плотность напряжения шумов вертикальной электрической антенны. Рассмотрена возможность уменьшения размеров как магнитных рамочных антенн, так и электрической антенны.

Триггерные эффекты в геофизике

В.А. Пилипенко¹, В.Б. Белаховский²

¹*Институт физики Земли РАН, Москва (pilipenk@augzburg.edu)*

²*Полярный геофизический институт КНЦ РАН, Анатимы (belakhovsky@mail.ru)*

Исследования геофизических процессов дают многочисленные наблюдательные свидетельства, указывающие на возможность мощного отклика околоземной среды на слабое (на много порядков по энергии) воздействие. Примерами таких, убедительно подтвержденных, эффектов служат: стимуляция магнитных бурь и суббурь вариациями межпланетного магнитного поля; индуцированная свистовыми ОНЧ волнами модификация нижней ионосферы; возбуждение глобальных УНЧ волн при резком возрастании плотности солнечного ветра на восстановительной фазе сильных магнитных бурь; и возбуждение ионно-циклотронных волн скачками плотности солнечного ветра. Такие эффекты показывают, что преобладающие представления о генерации э/м УНЧ волн в околоземной плазме в результате спонтанного нарастания тепловых флуктуаций до нелинейного уровня при превышении порога линейной неустойчивости требуют значительной корректировки. Кроме того, в ряде публикаций сообщалось об удивительных эффектах, при которых предполагаемое триггерное воздействие было на уровне шумов системы: береговой эффект в структуре полярных сияний, активизация сейсмической активности магнитными бурями, стимуляция гроз космическими лучами. Однако углубленное изучение триггерных явлений упирается в отсутствие адекватных теоретических подходов и методов анализа данных.

Признаки ионно-циклотронного взаимодействия на субавроральных широтах в дневном секторе

Т.А. Попова, Т.А. Яхнина, А.Г. Яхнин (*Полярный геофизический институт КНЦ РАН*)

Известно, что во время сжатия магнитосферы из-за резкого увеличения динамического давления солнечного ветра на дневной стороне резко возрастает инкремент ионно-циклотронной неустойчивости. Соответственно, наблюдаются всплески геомагнитных пульсаций в диапазоне Pc1 и происходит высыпание энергичных протонов, которое вызывают вспышку «протонных сияний» к экватору от овала сияний. Интенсивность потока высыпающихся протонов во время вспышки составляет $J > 10^5 - 10^6$ (см²·стер·с)⁻¹. По данным спутников NOAA мы рассмотрели данные по потокам протонов на дневной стороне перед сжатиями магнитосферы. Оказалось, что довольно часто на дневной стороне, в той области, где впоследствии произойдет вспышка, уже существуют высыпания протонов с интенсивностью порядка 10^3 (см²·стер·с)⁻¹. Мы полагаем, что ионно-циклотронное взаимодействие волн малой амплитуды и ионов кольцевого тока

происходит на дневной стороне постоянно в результате большой поперечной анизотропии горячих ионов, которая обусловлена эффектом расщепления дрейфовых оболочек. Вариации динамического давления солнечного ветра модулируют поперечную анизотропию и, соответственно интенсивность волн и рассеяния частиц в конус потерь.

Возмущения в КНЧ/ОНЧ сигналах в верхней ионосфере над передатчиком HAARP, регистрируемые на спутнике DEMETER

Е.Е. Титова¹, А.Г. Демехов², А.А. Мочалов¹, А.Б. Пашин¹, М.М. Могилевский³, М. Парро⁴

¹ЛПИ КНЦ РАН, Анапты, Россия

²ИПФ РАН, Нижний Новгород, Россия

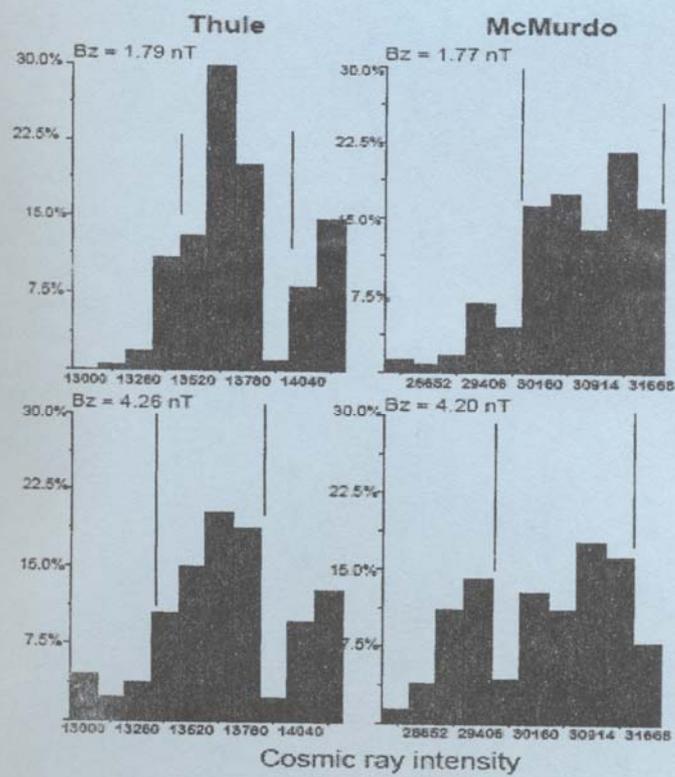
³ИКИ РАН, Москва, Россия

⁴LPCE/CNRS, Орлеан, Франция

Представлены результаты измерений характеристик электромагнитных возмущений в КНЧ (<1.25кГц) и ОНЧ (<20 кГц) частотных диапазонах над мощным субавропольным КВ станом HAARP, выполненные на спутнике DEMETER (высота 700 км) в дневные и ночные часы. Показано, что возмущения в КНЧ/ОНЧ сигналах, вызванные передатчиком HAARP, регистрировались только для дневных (LT=10-12) событий, в которых воздействие осуществлялось ВЧ волнами О-поляризации при максимальной мощности станда 3,6 МВт на частотах 4.5-5 МГц близких к критической частоте (f_oF2) ионосферного слоя F, но ниже её. Продолжительность нагрева до пролета спутника составляла 10-15 минут. Возмущения в КНЧ/ОНЧ сигналах над передатчиком HAARP наблюдались в электрических компонентах в зоне с характерным размером $\sim 10^2$ км. Амплитуда КНЧ сигналов увеличивалась над областью нагрева в 2-8 раз по сравнению с фоновым уровнем КНЧ шумов. Проанализированы амплитуды, спектры и поляризация возмущенных КНЧ сигналов, проведено их сравнение с характеристиками естественных КНЧ шумов над передатчиком HAARP. Обсуждаются возможные механизмы формирования возмущенных КНЧ сигналов над передатчиком HAARP.

В ОНЧ диапазоне сигналы, связанные с работой передатчика HAARP, регистрировались на частотах 8-10 кГц, которые близки к частоте нижнего гибридного резонанса $f_{НГР}$ в области нагрева, а также в диапазоне частот 15-18 кГц, которые близки к частоте $2f_{НГР}$. При работе передатчика HAARP в режиме импульсной модуляции с периодом 1.4 с модуляция сигналов с периодом нагревного ВЧ передатчика регистрировалась только в ОНЧ диапазоне, при этом в возмущенных КНЧ электростатических шумах, регистрировавшихся в зоне над передатчиком, модуляция не наблюдалась. Возмущения в ОНЧ сигналах над передатчиком HAARP на частотах близких к $f_{НГР}$ и $2f_{НГР}$ генерируются, по-видимому, в области нагрева в результате распада верхнегибридной (ВГ) волны на другую ВГ волну и нижнегибридную (НГ) волну, с последующей трансформацией НГ волны в квазиэлектростатическую (резонансную) и/или электромагнитную свистовую волну.

The Sun, Solar Wind, Cosmic Ray



Annual variation in cosmic rays and X-rays: Common features

Yu.V. Balabin, A.V. Germanenko (*Polar Geophysical Institute of RAS, Apatity, Russia*)

Using neutron monitor (NM) data of some years of Barentsburg it was carried out a seasonal variation on it. On the other stations (like Apatity, Oulu, Thule, South Pole etc.) the same little season variation is present. Due to fast recording system of Barentsburg monitor it was possible to separate single pulse count and multiplicity events. The variation is only present on multiplicity and is in antiphase to one on X-ray detector of this station. From other side the variation is in coincidence of snow cover on the station. Take into account the fact that both shape and phase of variation are equal from South Pole station (Antarctica) to Barentsburg (Arctic region), we conclude it is globe effect on NMs. The specific register system of Barentsburg monitor with multiplicity event recording gives new detail information about the variation.

Large dead time on neutron monitor and multiplicity

Yu.V. Balabin, B.B. Gvozdevsky, A.V. Germanenko (*Polar Geophysical Institute of RAS, Apatity, Russia*)

Using of our fast recording system of neutron monitor (NM), channels of single particle and integrated multiplicity was realized via data processing on Barentsburg and Baksan NMs. It would be called extended large dead time (LDT) algorithm. This processing detects each multiplicity event and cuts off it. In the upshot there are only pulses of single neutrons. Previous LDT algorithm was on hardware and only on Apatity station. Hardware is stiff and cuts off multiplicity events averagely. With the new system it is possible to study both pure single particle flux and multiplicity separately. We found that these two components have different barometric coefficients. Multiplicity dependence on conditions of the low atmosphere is carried out too. The same variation is on X-ray detector in Barentsburg. We suggest it is fine muon effect on NM.

Active solar longitudes in solar wind and geomagnetic activity

D.D. Dobrova, D.I. Ponyavin (*Department of Earth's Physics, Faculty of Physics, Saint Petersburg State University*)

The fact that solar activity does not occur randomly at photosphere was first noticed by Carrington as early as in 1843. The longitudes where the solar activity preferentially appears are called active longitudes. We have studied these phenomena by using data for the last three solar cycles, i.e. sunspot numbers, solar magnetic field viewed as star, interplanetary magnetic field, solar wind and geomagnetic indices K_p . The results are presented in the Bartels' carpet form. We have traced organization and evolution of active longitudes along the solar cycle and their manifestation in the solar wind and geomagnetic activity.

Properties of the solar activity complexes in multi-wavelength from Solar Dynamic Observatory

O. Korolkova, E. Benevolenskaya

*Department of Earth's Physics, Faculty of Physics, Saint-Petersburg State University, Russia
Pulkovo Astronomical Observatory, Saint-Petersburg, Russia
korolkovaoa@gmail.com*

The main problem of the solar physics is to understand a nature of the solar magnetic activity. New space missions and background observations provide us by data describing solar activity with a good space and time resolution. Space missions data observe the solar activity in multi-wavelength emissions come from photosphere to corona. The complex of the solar activity has roots in interior and extends to the solar corona. Thus, modern data give an opportunity to study the activity on the Sun at different levels simultaneously.

Solar Dynamics Observatory (SDO) [1] which launched at the beginning of 2010, looks at Sun in different wavelengths such as coronal lines 171Å & 335Å. Also SDO measures photospheric magnetic flux (line-of-sight component of the magnetic field strength) and gives images in continuum.

We have studied a stable complexes of the solar activity (about 30 complexes) during 6 hours from 10 March 2013 to 14 October 2013 using 720s cadence of HMI (Helioseismic and Magnetic Imager) [2] and AIA (Atmospheric Imaging Assembly) [3] instruments of SDO.

We have found a good relationship between the magnetic flux and coronal emissions. Here we discuss properties of the complexes in the different levels from photosphere to corona.

References

1. W. Dean Pesnell, B.J. Thompson, P.C. Chamberlin // *Solar Phys.*, v. 275, p. 3-15, (2012)
2. P.H. Scherrer, J. Schou, R.I. Bush et al. // *Solar Phys.*, v. 275, p. 207-227, (2012)
3. James R. Lemen, Alan M. Title, David J. Akin et al. // *Solar Phys.*, v. 275, p. 17-40, (2012)

Magnetic energy accumulation in the coronal current sheet for a flare

I.M. Podgorny¹, A.I. Podgorny²

¹*Lebedev Physical Institute RAS, Moscow, Russia*

²*Institute for Astronomy RAS, Moscow, Russia, podgorny@inasan.ru*

Recently, a lot of publications appear which offer various mechanisms of the solar flare. The existence of unstable current systems is assumed that decay providing the plasma explosive heating and acceleration. It is assumed that the currents are generated in the solar corona. Two scenarios are considered: 1) the current instability causes the dissipation of magnetic energy stored in the magnetic field of the field aligned currents, or 2) rapid current increase. In some works the current increase is caused by the MHD instability. In such works, no attempts are made to explain how the proposed unstable or sometimes even the non-equilibrium current system could be formed above an active region due to observed dynamics of the photospheric magnetic field, or how MHD instability may cause magnetic energy concentration. The exception is the solar flare model, based on the formation of a current sheet in the vicinity of the X-type magnetic singular line due to disturbances coming from the photosphere and the concentration of magnetic energy in the coronal magnetic field of this current sheet before a flare. After the transition of a current sheet in an unstable state the explosive energy release takes place. This mechanism is not assumed, it follows directly from the results of numerical MHD simulations. The formation of the current sheet is not specified, its formation is demonstrated in the numerical experiments, where the initial and boundary conditions correspond to a real pre-flare situation. The independent proof of the flare models correctness based on the current sheet is the behavior of the magnetic field of the active region before and during a flare. It is shown that for flare appearance it necessary to have the big magnetic field of complex distribution in an active region, when a singular magnetic field line in the corona can be formed. Analyzing a large array of data from SOHO and SDO devices shows no change in the magnetic field of active regions during a flare that can be considered as the independent proof of the flare models based on the explosive energy release that stored in the magnetic field of a current sheet above the active region in the pre-flare state.

Comparing of the flare position founded by MHD simulation with X-ray observations

A.I. Podgorny¹, I.M. Podgorny²

¹*Lebedev Physical Institute RAS, Moscow, Russia, podgorny@lebedev.ru*

²*Institute for Astronomy RAS, Moscow, Russia.*

The position of current sheet founded by MHD simulation is compared with the observed position of the thermal X-ray emission source of the flare. According to the developed solar flare electro-dynamical model the thermal X-ray emission source appears in a current sheet, where plasma is heated due to magnetic field dissipation. Numerical MHD simulation shows the current sheet creation in the solar corona above the active region by focusing of disturbances in the vicinity of X-type singular line. The disturbances are caused by slow magnetic field increase on the photosphere. All initial and boundary conditions for MHD equations are taken from observations. No assumptions about solar flare mechanism are done at setting of initial and boundary conditions. Such simulation is performed independently of the assumed flare mechanism. The current sheet model explains observed primordial energy release of solar flare high in the corona (~ 20000 km). The flare model must explain the X-ray measurements on the spacecrafts, which show the thermal X-ray source creation above the active region. The MHD simulation is fulfilled which permit to find the current sheet position and to compare with a thermal X-ray emission source position obtained by RHESSI spacecraft measurements. The distributions of line-of-sight magnetic field component on the photosphere measured by SOHO MDI spacecraft are used for setting boundary and initial conditions for MHD equations. Comparison with X-ray observations fulfilled for the flare May 27, 2003 at 02:53 in the active region NOAA 10365 show good coincidence of thermal X-ray source position in the picture plane ($x=99''$, $y=64''$)

on the solar disk in Geocentric coordinate system) and the current sheet position obtained by MHD simulation ($x=96''$, $y=56''$). Slight difference can appear due to uncertainty of time moment definition at simulation in reduced time scale and due to approximation of the numerical method. The obtained results can be considered as an independent confirmation of the electrodynamic solar flare model.

Critical analysis of a hypothesis of the planetary tidal influence on solar activity

S. Poluianov and I. Usoskin (*University of Oulu, Finland*)

The present work is a critical revision of the hypothesis of the planetary tidal influence on solar activity published by Abreu et al. (*Astron. Astrophys.* 548, A88, 2012) and provoked wide discussion. The considered work describes a hypothesis that planets can have an impact on the solar tachocline and therefore on solar activity. We checked the procedure and results, namely the algorithm of planetary tidal torque calculation and the wavelet coherence between torque and heliospheric modulation potential. We found that the claimed peaks in long-period range of the torque spectrum are artefacts caused by the calculation algorithm. Also the statistical significance of the results of the wavelet coherence is found to be overestimated by an incorrect choice of the background assumption of red noise. Using a more conservative non-parametric random phase method, we found that the long-period coherence between planetary torque and heliospheric modulation potential becomes insignificant. Thus we conclude that the considered hypothesis of planetary tidal influence on solar activity is not based on a solid ground.

New event – the Christmas Eve GLE of 24th solar cycle

E.V. Vashenyuk, Yu.V. Balabin, B.B. Gvozdevsky, A.V. Germanenko

Polar Geophysical Institute of RAS, Apatity, Russia

The recent events of the GLE (Ground Level Enhancement) was occurred on January 6 (the Christmas Eve GLE) at 08:10 UT. This is the second event in the 24th cycle. GLE was associated with a solar flare behind the limb. There was no effect in soft X-rays. GLE was very weak and observed only a few polar stations of the worldwide network of neutron monitors. Two polar stations (Barentsburg and South Pole) recorded quite distinct increasing about 2-3%, another stations had ones below. Due to its complete analysis of the GLE is not possible. Based on spacecraft data and calculation of asymptotic cones estimation of solar energetic particle spectrum was carried out.

Apatity neutron monitor after modernization

E.V. Vashenyuk, Yu.V. Balabin, B.B. Gvozdevsky, A.V. Germanenko

Polar Geophysical Institute of RAS, Apatity, Russia

Neutron monitor (NM) in Apatity is a reference station of the worldwide network of NM. It is in operation since 1969. Now its registration system is changed on a fast one which records pulse coming with 1 mcs accuracy. This system was developed in PGI and has set on four NMs. There are two data formats: conventional and monitor pulse data (MPD). To continue the long data series of the station first data format is set like previous time. MPD-format contains information (channel number and coming time with 1 mcs accuracy) of each NM pulse. It is possible to derive any time resolution even seconds and below. It is available in the last along data. Large dead time algorithm, before realized via hardware and invariable, now is in software and flexible. Also different multiplicity events in NM can be detected after MPD-data processing.

Do we live in the Grand minimum of the solar activity?

N.V. Zolotova, D.I. Ponyavin (*St-Petersburg State University, St-Petersburg, Russia*)

Sunspot and polar faculae have been compared to analyze causal-phase relationships between the low- and high-latitude solar phenomena. We found that the polar faculae in minima correlate better with preceding sunspot cycle, than next cycle. Similarities between the Schwabe cycles on the eve of the previous Grand minima and the current activity indicate the onset of the next Grand minima.

Геомагнитная активность магнитных облаков с учетом сезона года

Н.А. Бархатов¹, А.Е. Левитин², Е.А. Ревунова^{1,3}, А.Б. Виноградов¹

¹*Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина, Нижний Новгород*

²*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова, Москва*

³*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород*

Работа посвящена изучению влияния ориентации крупномасштабных плазменных структур солнечного ветра, типа магнитных облаков на сезонную зависимость геомагнитной активности. Выдвинута и проверена на реальных событиях гипотеза сезонной вариации геомагнитной активности, учитывающая не только взаимную ориентацию Солнца, солнечного потока и диполя Земли, но затрагивающая внутреннюю структуру магнитных облаков и их характеристики. Согласно предложенной гипотезе ориентация магнитных облаков в пространстве должна отражаться в их геоэффективности вследствие изменения значения проекции осевого магнитного поля облака на земной диполь в течение года. Показан различный вклад в геомагнитную активность магнитных облаков разной ориентации в периоды равноденствия и солнцестояния.

Исследование влияния ориентации облаков в плоскости эклиптики на сезонную вариацию геомагнитной активности проводилось по данным о 52 магнитных облаках, зарегистрированных с 1980 по 2004 гг. Статистический анализ сопоставления значений угла наклона оси магнитных облаков к плоскости эклиптики с фактом генерации ими геомагнитных бурь по Dst-индексу показал, что в период солнцестояния 20% магнитных облаков с небольшими углами наклона оси облака к плоскости эклиптики были не геоэффективными, в то время как в период равноденствия все (100%) такие облака вызвали геомагнитные возмущения. Магнитные облака с большими углами наклона (от 60 до 90°) в периоды солнцестояния были более геоэффективными, чем в период равноденствия (85% и 40%, соответственно). Сопоставление интенсивности геомагнитных бурь, вызванных магнитными облаками со схожей ориентацией и величиной Vz компоненты межпланетного магнитного поля, но зарегистрированных в разные сезоны года, показало, что в периоды равноденствия облака с небольшими углами наклона вызывают магнитные бури большей интенсивности.

Следовательно, облака с небольшими значениями угла наклона оси к плоскости эклиптики в периоды равноденствия дают значительный вклад в геомагнитную активность и оказываются мало геоэффективными в периоды солнцестояния. Вследствие большого числа регистрируемых облаков такого типа в окрестности Земли, в периоды равноденствия геомагнитная активность увеличивается.

Идентификации плазменных потоков в солнечном ветре нейросетевым классификационным подходом

Н.А. Бархатов, С.Е. Ревунов, А.Б. Виноградов

Нижегородский Государственный Педагогический Университет, Нижний Новгород

Исследование посвящено идентификации плазменных потоков в солнечном ветре, представленных в форме вейвлет-скелетонных картин, нейросетевым классификационным методом. В основу разрабатываемого подхода положена параметрическая классификация с дифференциацией по частотным диапазонам спектральных особенностей солнечных плазменных потоков в форме магнитных облаков (MC), областей взаимодействия потоков (CIR), ударных волн (Shocks) и высокоскоростных потоков от корональных дыр (HSS). Предварительная вейвлет-скелетонная обработка данных о параметрах солнечного ветра, регистрируемых на орбите Земли патрульными космическими аппаратами, и оригинальный алгоритм параметризации информации о потоках солнечного ветра для классификационной нейросети типа Кохонена, позволяют использовать предлагаемую технику в режиме онлайн мониторинга околоземного космического пространства. Такой подход позволит на ранних этапах в потоке солнечного ветра обнаруживать геоэффективные структуры с целью прогнозирования глобальных геомагнитных возмущений.

Для проверки работы классификационной техники отобрано 24 события в период с 2000 по 2007 гг. по данным каталогов NASA (<http://cdaw.gsfc.nasa.gov>) и NOAA (<http://ngdc.noaa.gov>). Каждый анализируемый кластер (MC, CIR, Shocks, HSS) представлен шестью событиями: MC (28.07.2000, 29.12.2000, 12.04.2001, 28.05.2001, 09.08.2001, 17.04.2002), CIR (27.07.2003, 05.04.2005, 07.05.2007, 20.09.2007, 27.09.2007, 25.10.2007), Shocks (19.12.2002, 27.02.2003, 14.07.2003, 17.07.2003, 12.04.2004, 22.07.2004), HSS (01.03.2000, 26.07.2003, 20.11.2004, 04.07.2006, 29.07.2007, 17.12.2007). С веб-узла CDAW (<http://cdaweb.gsfc.nasa.gov>) для каждого из них были получены минутные данные параметров солнечного ветра: N (плотность), V

(скорость), T (температура), P (динамическое давление) и данные о величине межпланетного магнитного поля (ММП) $|B|$, V_x , V_y , V_z в солнечно-эклиптической системе координат, зарегистрированные на патрульных космических аппаратах.

Применение алгоритма параметризации вейвлет-скелетонных картин позволяет работать с событиями произвольной продолжительности, т.е. нет необходимости предварительно выбирать равноценные/равнопродолжительные фрагменты данных, которыми представлено описание события в кластере. Предлагаемая методика значительно упрощает представление классификационных данных для нейросети и исключает субъективные оценки. В результате работы алгоритма нейросеть получает набор числовых параметров о каждом отдельно взятом событии, в котором сжата информация о динамике и степени согласованности колебательных процессов в конкретном диапазоне частот в параметрах потока солнечного ветра.

Выполненная нейросетевая классификация с дифференциацией по частотным диапазонам спектральных особенностей потоков демонстрирует разделение скелетонных картин возмущений параметров (N , V , T , P , $|B|$, V_x , V_y , V_z), что подтверждает отождествление внутренней динамики плазменных образований разных типов и масштабов. Показано, что потоки типа MC и HSS классифицируются как долгопериодные изменения в параметрах солнечного ветра. Потоки типа CIR и Shocks отождествляются нейросетью по относительно быстрым изменениям в параметрах, что особенно заметно при анализе высокочастотной части спектра.

Исследование особенностей развития каскадов вторичных частиц при прохождении галактических космических лучей через атмосферу Земли в отсутствие GLE

Е.А. Маурчев, Ю.В. Балабин, Э.В. Вашенюк (*Полярный геофизический институт, Россия, Апатиты*)

Основными инструментами исследования вторичных космических лучей (КЛ) в атмосфере, возникших в результате прохождения галактических космических лучей (ГКЛ) через атмосферу Земли являются эксперименты с баллонами и данные, полученные с помощью нейтронного монитора. Эти методы дают информацию об интенсивности потока вторичных КЛ на разных высотах, но не раскрывают в полной мере информации о составе и спектрах частиц.

В данной работе представлен пример использования программного комплекса, разработанного в лаборатории космических лучей г. Апатиты, позволяющего рассчитывать прохождение КЛ через атмосферу Земли и получать самую различную информацию о потоке частиц на заданных высотах. Также приведены практические примеры верификации результатов вычислений.

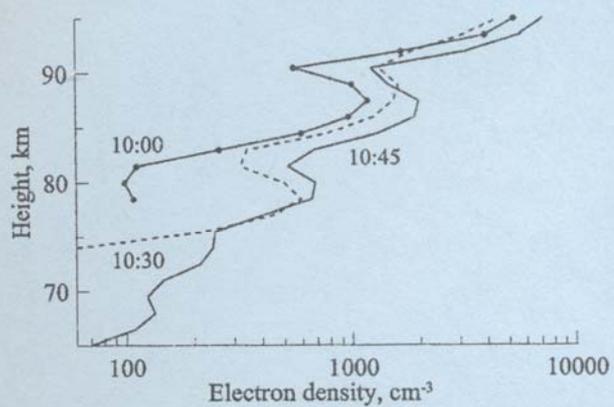
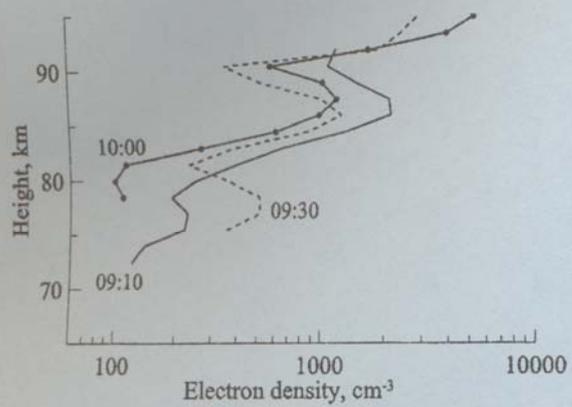
Новый программный комплекс для исследования прохождения космических лучей через атмосферу Земли

Е.А. Маурчев, Ю.В. Балабин, Э.В. Вашенюк (*Полярный геофизический институт, Апатиты, Россия*)

Для исследования космических лучей (КЛ) в атмосфере Земли существует множество методов, как экспериментальных, так и численных. В качестве примера первых можно привести измерения, проводимые с помощью шаров-зондов, исследования с помощью нейтронного монитора, мюонных телескопов и т.д. Все эти устройства дают информацию о потоках частиц КЛ в заданной области пространства и, конечно, имеют ряд ограничений. Например, с помощью различных газоразрядных счетчиков можно оценить интенсивность КЛ, но в некоторых задачах необходимо знать спектральные или угловые характеристики частиц различного сорта в зависимости от высоты. Эту задачу можно решить с помощью численных методов, создавая модели прохождения космических лучей через атмосферу Земли. На сегодняшний день уже существует множество вариаций моделей для изучения тех или иных характеристик КЛ, каждая из которых имеет свои достоинства и недостатки. В данной работе рассматривается программный комплекс, созданный в лаборатории космических лучей г. Апатиты, проводится его сравнение с подобными программами и приводятся примеры использования.

Немаловажным моментом здесь является верификация полученных результатов. Как уже упоминалось выше, экспериментальные и численные методы в данном случае исключительно дополняют друг друга. Например, для проверки результатов вычисления прохождения галактических космических лучей через атмосферу Земли используются данные, полученные в ходе экспериментов с баллонами. Еще одним путем сравнения является использование данных нейтронных мониторов. В данной работе рассматривается эта возможность, и приводятся результаты.

Ionosphere and Upper Atmosphere



Study of ionospheric irregularities induced by HF heating by incoherent scatter and transionospheric radio measurements

I. Cherniak¹, I. Shagimuratov¹, I. Zakharenkova¹, R. Sieradski², M. Rietveld³, A. Krankowski², J. Kapcia²

¹*West Department of IZMIRAN 41, av. Pobedy, Kaliningrad, 236010, Russia*

²*Geodynamics Research Laboratory, University of Warmia and Mazury, Olsztyn, Poland*

³*EISCAT Scientific Association, Tromso, Norway*

The structure of the high-latitude ionosphere is very complicated and varied. A radio wave, propagating through ionospheric electron density irregularities, may be suffered phase and amplitude fluctuations. The fluctuations of GPS/GLONASS signals are caused by the ionospheric irregularities with dimensions more than 10 km. The raw signals (under scintillating conditions) can be processed using the high samples rate GPS/GLONASS receiver in order to derive the scintillation parameters.

The EISCAT IS radar and HF heating facility provides the unique opportunity to study the ionospheric irregularities' parameters associated with TEC fluctuations and GPS/GLONASS signals scintillations. To estimate the ionosphere irregularities induced by HF heating we used the IS radar measurements and simultaneously registered on EISCAT site amplitude and phase fluctuations in GPS/GLONASS signals by use of the TRIUMPH-Javad GNSS receiver with high samples rate (100 Hz) and special scintillation GPS receiver (Septentrio PolaRxS) that provides S4 scintillation index measurements. The low frequency fluctuations were estimated using ROT and ROTI indices along the radio ray path between a GPS/GLONASS satellite and a ground station on EISCAT site.

The measurements were carried out on 7-12 June 2012, the active experiment with UHF IS radar and heating facility was on 7-8 June, other time was devoted to estimation of GNSS signal parameters day-to-day variability. The total durations of radar measurements was 8,5. The heating facility was operated during 30 min on 7 June and 8 June during 1 hour 30. The UHF radar measurements provide information about height-temporal distribution of main ionosphere parameters – electron density, electron and ion temperatures and plasma drift velocity. By analysis of amplitude and S4 index variation from GNSS receivers it was registered amplifications of fluctuations activity during period's corresponded to the heating facility runs. It worth to note, that taking into account very quite space weather during experiment time (Dst index varied within limits of 10 nT), observed effects can be explained by increasing of ionosphere irregularities level caused by HF heating.

The practical aspect of this investigation is a detailed study of nature and impact level of the ionospheric irregularities that can influence on the GPS/GLONASS performance especially at high latitudes and during disturbances and to obtain new knowledge that may improve the reliability of the global navigation systems in Arctic and Antarctic regions.

The authors are grateful to the EISCAT Scientific Association for operating time on the EISCAT facilities within the framework of Peer-reviewed Program.

This work was supported by the RAS Presidium Program N 22

Case study of TEC fluctuation during auroral disturbances

S. Chernouss¹, I. Shagimuratov², I. Ephishov², N. Tepenitsyna², M. Shvec¹, M. Filatov¹

¹*Polar Geophysical Institute, Murmansk-Apatity*

²*West Branch of IZMIRAN, Kaliningrad*

The scintillations of trans-ionospheric radio signals are very well known indicator of space weather condition. The electron density irregularities presented in high latitude ionosphere may experience phase and amplitude fluctuations of GPS signals. The low frequency GPS phase fluctuations may be directly due to electron density changes along the radio ray path, or the total electron content (TEC) changes. Strong TEC fluctuations can complicate phase ambiguity resolution; increase the number of undetected and uncorrected cycle slips and loss of signal lock in GPS navigation and deteriorate GPS positioning.

In this report there are presented occurrence of TEC fluctuations over Europe during moderate geomagnetic storm 2 October 2013. We analyzed TEC fluctuations, which were observed in middle, sub-auroral and auroral ionosphere. Dual-frequency GPS measurements for individual satellite passes served as raw data. As a measure of fluctuation activity the rate of TEC (ROT, in the unit of TECU/min, 1 TECU=10¹⁶ electron/m²) at 1 min. interval was used. The under consideration storm was rather moderate (Dst reaches 67nT). During the storm intensity TEC fluctuations were essentially increase at all discussed latitudes. The features of the storm was strong TEC fluctuations which were registered during initial stage of the storm. Maximal effect was observed in 04:30-06:00UT. Very strong

Ionosphere and upper atmosphere

fluctuations were even at the middle latitude station Kaliningrad. The parameter ROT was reached 2-3TECU for PRN14 and PRN24 in short interval 04:30-05:20:30UT over 54.4°N and 8-16°E. The values of TEC fluctuations were higher at high latitude stations. The effect was occurred at time, when auroral disturbances were observed. In report the relation between occurrence of TEC fluctuation activity and aurora is discussed.

Investigation of the Earth's auroral region by nonlinear dynamics methods

A.A. Chernyshov¹, M.M. Mogilevsky¹, B.V. Kozelov²

¹*Space Research Institute of the Russian Academy of Science, Moscow, Russian Federation*

²*Polar Geophysical Institute of the Russian Academy of Science, Apatity, Russian Federation*

Fractal geometry is used to describe the spatial structure of the ionospheric conductivity. Topological values of fractal dimension and connectivity index, characterizing the structure of the Pedersen and Hall conductivities on the night side of the auroral zone, are analytically obtained and the results are compared to observed statistical properties of ionospheric electric field fluctuations and auroral activations. It is assumed that the nontrivial fractal properties lie in the transversal ionospheric spatial scales and that they are a reflection of the distribution of precipitating particles. A criticality condition for the percolation threshold of the Pedersen and Hall currents is invoked to place bounds on the fractal dimensions and connectivity indices of the Pedersen and Hall conductivities. These bounds are satisfied by the observed properties of the fluctuating electric field and the auroral glow. It is shown that the Pedersen conductivity is characterized by a path-connected set while the Hall conductivity can be characterized as an asymptotically path-connected set, which is related to the structures of multiple auroral arcs. Correspondence of theoretical estimates and experimental results indicates validity of the nonlinear dynamics approach to describe processes in the auroral region. The influence of nonlinear processes in the ionospheric plasma to generation of the auroral kilometric radiation is studied. Since the auroral kilometric radiation is generated near the local electron gyrofrequency, the comparative analysis of the evolution of the spectra at different frequencies allows to trace the penetration of ionospheric properties at different altitudes.

Spatial distribution of the electromagnetic field in the IAR frequency range from a lightning discharge

E.N. Fedorov¹, V.A. Pilipenko^{1,2}, E.N. Ermakova³

¹*Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences, Moscow*

²*Space Research Institute (IKI), Moscow*

³*Scientific Radiophysical Institute (NIRFI), Nizhny Novgorod*

The excitation of the Earth-low ionosphere waveguide by a lightning discharge in the IAR frequency range is studied theoretically. We give of spectral estimating for pulse-like signals and waveforms. The numerical methods of calculations of Fourier-Bessel transform with the account taken of the quasi-TM₀ normal wave when the routine Fast Hankel transform is invalid. The examples of calculated interference diagrams are given.

Ionosphere-plasmasphere system behavior in quiet geomagnetic conditions and during geomagnetic storms

M.V. Klimenko¹, V.V. Klimenko¹, I.A. Nosikov^{1,2}, I.E. Zakharenkova¹, I.V. Cherniak¹, K.G. Ratovsky³,
Yu.V. Yasukevich³, A.A. Shcherbakov³

¹*West Department of Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation, RAS, Kaliningrad, Russia, e-mail: maksim.klimenko@mail.ru*

²*I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

³*Institute of Solar-Terrestrial Physics, SB RAS, Irkutsk, Russia*

This report presents the results of studies the ionosphere-plasmasphere behavior in solar activity minimum (2009) and on the growth phase of solar activity (2011-2012). A comparison of the calculation results obtained using the GSM TIP model, with observational data of the mid- and high-latitude ionospheric sounding stations, as well as estimation of the plasmaspheric reservoir contribution into the total electron content obtained from GPS TEC

measurements, COSMIC radio-occultation experiment and incoherent scatter radars. The particular attention is given to the global distribution and longitudinal variations of the O^+/H^+ transition height and protonospheric electron content in the different heliogeophysical conditions, and also to the similarity and differences in $foF2$, ionospheric and total electron content variability.

This work was supported by Grant of Russian President №MK-4866.2014.5, RFBR Grants №14-05-00788, №14-05-00578, and Program 22 RAS.

Formation of Weddell Sea and Yakutsk longitudinal anomalies in $foF2$ diurnal variations and their manifestation in the protonosphere

M.V. Klimenko¹, V.V. Klimenko¹, A.T. Karpachev², K.G. Ratovsky³, I.E. Zakharenkova¹, I.V. Cherniak¹, A.E. Stepanov⁴

¹*West Department of Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation, RAS, Kaliningrad, Russia, email: maksim.klimenko@mail.ru*

²*Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation, RAS, Moscow, Russia*

³*Institute of Solar-Terrestrial Physics, SB RAS, Irkutsk, Russia*

⁴*Institute for Cosmophysical Research and Aeronomy, SB RAS, Yakutsk, Russia*

In 1958 according to the observations of mid-latitude ionospheric stations Halley Bay and Argentine Island located in the Southern Hemisphere the anomalous $foF2$ diurnal variation was found in the December-February, when the nighttime $foF2$ values exceed daytime $foF2$ values. Such anomalous ionospheric feature was named as the Weddell Sea Anomaly (WSA). In 1971 Mamrukov firstly described the anomalous diurnal variations in $foF2$ at Yakutsk ionospheric station. This unusual effect in the Northern Hemisphere was named as Yakutsk Anomaly (YA). The main objective of our studies is to describe the main formation mechanisms of Weddell Sea Anomaly (WSA) and Yakutsk Anomaly (YA) using the Global Self-consistent Model of the Thermosphere, Ionosphere and Protonosphere (GSM TIP). Firstly we checked the GSM TIP model possibility to reproduce the spatial structure of these anomalies. For this purpose, we compared the GSM TIP model results with ground-based and satellite observation data (Intercosmos-19 and COSMIC satellites, DPS-4 ionosondes) as well as empirical model results. The GSM TIP simulations qualitatively reproduce the main morphological characteristics of the WSA and YA. This fact allowed using the GSM TIP model to explain the formation mechanisms of these anomalies. In addition we estimate the manifestation of these anomalies in the ionospheric, protonospheric and total electron content using GSM TIP model, COSMIC radio-occultation experiment and GPS TEC observations.

This work was supported by Grant of Russian President MK-4866.2014.5 and RFBR Grant №14-05-00788.

Atmospheric's propagation by two-scale-height ionosphere by model and experiment

O.M. Lebed, Yu.V. Fedorenko, M.V. Kuznetsova

Polar Geophysical Institute, Apatity, Russia

It is a well-known fact that the propagation velocity of electromagnetic disturbances in the Earth-ionosphere waveguide varies with time which causes changes of the Schumann resonance frequencies. The propagation velocity of atmospheric waves measured along the Great Circle connecting Lovozero and Barentsburg varied with time too, but these variations differed from those estimated from the first Schumann resonance. The propagation velocity is controlled by the lower ionosphere parameters therefore it is of great interest to associate the velocity measured at the short distance Lovozero-Barentsburg with ionosphere profile. In the present work, we used so-called two-scale-height conductivity model to model phase velocity of the waves in the Earth-ionosphere waveguide under quiet geomagnetic conditions. A comparison of this velocity and the velocity measured at a short path that was Lovozero-Barentsburg showed that the model gives the values slightly higher measured ones, while the variations of the modeled and measured velocities are similar.

Simulation study of the disturbance of the spatial structure of the daytime high-latitude ionosphere by powerful HF radio waves

G.I. Mingaleva, V.S. Mingalev (*Polar Geophysical Institute, Apatity, Russia*)

The large-scale spatial structure of the daytime high-latitude F-region ionosphere, disturbed by powerful high-frequency radio waves, is studied with the help of the numerical simulation. It is known that high-power HF radio waves, pumped into the ionosphere, can cause the disturbance of the spatial structure of the F-region ionosphere. In this study, the mathematical model of the high-latitude ionosphere, which can be affected by powerful high-frequency radio waves, developed earlier in the Polar Geophysical Institute, is utilized to study the dimension of the area covered by the disturbance in the horizontal plane.

The utilized mathematical model takes into account the drift of the ionospheric plasma, strong magnetization of the plasma at F-layer altitudes, and geomagnetic field declination. The model is based on numerical solution of the system of transport equations, which consists of the continuity equation, equation of motion for ion gas, and heat conduction equations for ion and electron gases. The equations provide for the direct and resonantly scattered EUV solar radiation, energy-dependent chemical reactions, frictional force between ions and neutrals, accelerational and viscous forces of ion gas, thermal conduction of electron and ion gases, heating due to ion-neutral friction, Joule heating, heating due to solar EUV photons, heating caused by the action of the powerful HF radio waves, and electron energy losses due to elastic and inelastic collisions.

The calculations were made for two cases. Firstly, we simulated the distributions of the ionospheric parameters under natural conditions without a powerful high-frequency wave effect. Secondly, the distributions of the ionospheric parameters were calculated on condition that an ionospheric heater, situated at the point with geographic coordinates of the HF heating facility near Tromsø, Scandinavia, has been operated, with the ionospheric heater being located on the day side of the Earth on the magnetic meridian of 15.00 MLT. The results of the numerical simulation indicate that artificial heating of the ionosphere by powerful high-frequency waves ought to influence noticeably on the spatial structure of the daytime high-latitude F-region ionosphere in the vicinity of the ionospheric heater.

This work was partly supported by the RFBR grant 13-01-00063.

On the nature of the seismogenic electric current

A.A. Namgaladze, M.I. Karpov (*Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia*)

According to the numerical simulations using the Upper Atmosphere Model (UAM) the external electric current with the density of about 10^{-8} A/m² switched on at the height of 80 km is required to generate the electric fields with the intensity of several mV/m and the horizontal scale of several hundred of kilometers which are observed over seismic active regions by the DEMETER and Intercosmos-Bulgaria-1300 satellites. Numerical calculations also show that the electromagnetic plasma drift in the crossing electric and magnetic fields produces vertical transport of the plasma which results in the typical total electron content disturbances that are registered before the strong earthquakes near the epicenter and magnetically conjugated point.

In the present work the nature of the external current generated during earthquake preparation and its role in the global electric circuit (GEC) are discussed. The proposed concept is based not on the air electric conductivity changes over tectonic faults, but on the action of the non-electric forces. Cosmic rays as well as radon emanating from the fault act as an air ionization sources. The negatively charged particles play role of the nucleus of the water vapor condensation and become heavy negatively charged water drops as a result of coagulation. These drops move downwards charging the Earth negatively. More light positive charged particles continue to move upwards with rising warm air fluxes. The newly formed charged particles recombine with each other much slower than the primary electrons and positive ions. The charge separation occurs due to the gravitational sedimentation of heavy negatively charged water drops and other aerosols and convective transport of the light positively charged particles by rising air fluxes as a result of increased air temperature. The greater the warm air humidity, and aerosols' concentration over the fault, the more effective this physical mechanism is, and, thus, the electric current is more intensive.

This process is almost the same as the mechanism of thunderstorm positive charging of the ionosphere relative to the negatively charged Earth. The difference is in that the areas of individual thunderstorms are smaller than the areas of tectonic faults, and thunderstorm lifetime is much shorter than earthquake preparation duration, but effectiveness of thunderstorms is explained by their quantity. We suppose that the seismogenic electric current is not less important part of the GEC than the thunderstorm electric current.

Auroral Ionospheric Model: E-layer

V.D. Nikolaeva^{1,2}, E.I. Gordeev^{1,2}, A.V. Shirochkov¹, L.N. Makarova¹ and A.L. Kotikov^{2,3}

¹*Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, Russia*

²*Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia*

³*Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation of the Russian Academy of Science St. Petersburg Branch, St. Petersburg, Russia*

E-layer Auroral Ionospheric Model (E-AIM) is developed to provide temporal and spatial density distribution of the main ionosphere neutral species and ions in the altitude range from 90 to 150 km. NRLMSISE-00 model [Picone *et al.*, JGR 2003] is used for neutral atmosphere content and temperature determination, that is the input for the E-AIM model. The E-AIM model based on chemical equilibrium state in E-layer that reaches in chemical reactions between ionospheric species considering solar radiation ionization source, superposed with sporadic precipitation of magnetospheric electrons. The chemical equilibrium state in each location under specific solar and geomagnetic activity conditions reaches during numerical solution of the continuity equations for the neutrals and ions using the high-performance Gear method [Gear, 1971] for ordinary differential equation (ODE) systems. Applying the Gear method for solving stiff ODE system strongly reduce the computation time and machine resources comparing to widely used methods and provide an opportunity to calculate the global spatial E-layer ion content distribution. Comparison of E-AIM results with direct ionospheric observations (ionosonde, incoherent scatter radar) show good agreement of electron concentration vertical distribution values.

Mirror symmetry of ions and electron temperature variations within the dusty dynamo layer of the auroral ionosphere

E.E. Timofeev,¹ S.L. Shalimov^{2,3}, O.G. Chkhetiani,³ M.K. Vallinkoski⁴, J.Kangas⁴

¹*Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, Russia.*

²*Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

³*Space Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

⁴*Space Physics Department of the University of Oulu, Oulu, Finland*

Quasi-periodic (consisting of a dozen electro-thermal structures, ETS) variations of ionospheric parameters during April, 10 and March, 23 1988 substorms were investigated using the data of the EISCAT radars related to magnetic zenith of the Tromso auroral observatory.

These variations were measured at the lower edge of dynamo-layer (~105 км) and include the ion and electron temperature, electron density and ionospheric electric field; all data were smoothed out using moving average with optimal lag window.

It was shown that: 1) ETS clusters are observed when value of the electric field is ≤ 10 mV/m and average electron density is about $(5-10) \cdot 10^4$ /sm³; 2) For each ETS the envelop demonstrate the so called mirror symmetry, that is antiphased variations of the ion temperature increase and electron temperature decrease; 3) The symmetry breaks when the electric field is larger than FB instability threshold (~15 mV/m); 4) The spectrum of these variations is in the range of ~ (3-10) min, 5) The self-similarity of the scales is observed: smaller scales are included into the larger scales; 6) Temperature variations were accompanied by the electric field variations with amplitude of ~ (4-7) mV/m; 7) Large scale structures (and sometimes dyads formed by two subsequent structures) were accompanied by the electric field rotation up to the whole circle.

Specific ETS and plasma parameters variations can be interpreted as a result of Ekman-type instability in the dusty plasma of the dynamo layer. The mirror symmetry of plasma temperature variations is an evidence of a partial blocking of energy transfer between the ions and electrons at low values of the external electric field (below FB instability threshold) because the main energy in such a kind of plasma is attributed with dusty macro-particles (Fortov *et al.*, 2010). At that conditions the time scale of the dust particle energy variations are considerably larger than the corresponding scales of the temperature variations.

According to our previous studies (Timofeev *et al.*, 2010-2013) coherent growth of smoothed value of the external electric field and the correlation coefficient (CC) plasma temporal variations in temperature means that the CC can be used as an measure of ETS "rigidity" and hence as an measure of energy and charge macro-particles. We used this coherence to estimate the time scale of the macro-particles energy growth (during preliminary phase of March 23, 1988 substorm) and get values ~ (12-20) min. In the present study we used the same event to estimate the time scale of the plasma temperatures mirror variations and obtained that they are at least 2-3 times shorter. This difference in time scales, in fact, is equivalent to the above citation of the literature "partial blockage of the

Ionosphere and upper atmosphere

transmission of energy between the ions and electrons at low values of the external electric field (FB instability threshold below)" that, as a result, determines the formation of ETS as a natural feature of dusted plasma structures. Finally, at larger values of the external electric field (after FB instability excitation) the electrons can quickly exchange their energy with FB-plasmons, so that the mirror symmetry in temperature variations breaks down.

Intercosmos-19 role in the construction of modern reference ionosphere model

V.A. Telegin, A.T. Karpachev (*IZMIRAN, Moscow, Russia*)

The prospects of global empirical ionospheric model construction are discussed. Over half a century the International Reference Ionosphere model, IRI, is the basic model, which is used to solve a lot of scientific and practical problems. However, IRI was built according to a very limited network of ground based sounding stations. In recent years the large amount of satellite data has been accumulated which allow to improve significantly the IRI. This primarily refers to radio occultation observations in the experiment COSMIC for low solar activity and topside sounding data obtained onboard the Intercosmos-19 satellite for high solar activity. These data provide a three-dimensional distribution of electron density, including the parameters of F2-layer maximum - NmF2 and hmF2. They also allow to explore the global distribution of large-scale inhomogeneities and small-scale irregularities responsible for the F-spread. Thus, it is about creating an adequate 3D empirical model of ionosphere, which includes the distribution of background parameters of surrounding space as well as its irregular structure. This model will allow to solve more precisely the problems of radio wave propagation, communication and navigation.

Opportunities of ionosonde DPS-4 for research of the phenomenon of F-scattering

V.A. Telegin, V.A. Panchenko, V.I. Rozhdestvenskaya (*IZMIRAN, Moscow, Russia; e-mail: telvika@gmail.com*)

Basic characteristics of ionosonde DPS-4 with hardware selection of polarization and the measurement of the angles of arrival of radio waves and some results of regular observations of the ionosphere carried out in IZMIRAN from 2008 to 2013 are presented. New measurements confirmed the previously acquired by means ionosondes SP-3 and AIS regularities in the behavior of the ionosphere, including the laws of occurrence F-scattering. Diurnal probability F - scattering in the different seasons, comparison with data obtained in the maximum of solar activity 1979-1980 and 2012-2013 are presented. Probability of occurrence F-scattering acquired by means DPS-4 is significantly higher than one that have been obtained earlier with AIS. Possible reasons for this difference are discussed. It is noted that the possibility of the DPS-4 to measure the angles of arriving the of the scattered radio waves distinguishes it from most ionosonde in the study of phenomena F-scattering, allowing to localize in the space of scattering region and estimate the drift velocity of ionosphere irregularities.

Magnetic activity dependent global ion precipitation model based on DMSP spacecraft observations

V.G. Vorobjev, O.I. Yagodkina, Yu.V. Katkalov (*Polar Geophysical Institute, Apatity, Murmansk region*)

Precipitating particles with energies from about 0.3 to 30 keV observed from DMSP F6 and F7 spacecraft are used to examine characteristics of precipitation in different MLT sectors under different magnetic activity levels. It is shown that electron precipitation are dominating in all MLT sectors excepting the evening sector from 1500 to 2100 MLT. Here in the region of diffuse precipitation the ion energy fluxes are significant. The ratio of ion to electron energy fluxes increases from ~0.7 to ~3.0 with AL magnetic activity index changing from -100 nT to -1000 nT. The magnetic activity depending global ion precipitation model is developed on the base of statistical treatment of spacecraft observations. This model (APMI, auroral precipitation model, ions) at a specified level of magnetic activity (AL and Dst indices) has allowed one to receive a global distribution of both average ion energy and ion energy flux in coordinates of corrected geomagnetic latitude - MLT. Comparison of APMI with the model of electron precipitation (APME) show that one hemisphere power of ion precipitation makes only about 14% as compared to the electron power during the magnetic silence and decreases up to ~4% when $|AL| > 1000$ nT.

Тестирование численной модели распространения радиоволн на аналитическом решении в случае гармонического электрического диполя в изотропной среде

О.И. Ахметов, О.В. Мингалев, И.В. Мингалев, Ю.В. Федоренко (*Полярный Геофизический Институт КНЦ РАН, Анапты, e-mail: akhmetov@pgia.ru*)

Коллективом авторов разработан ряд численных схем для расчета распространения электромагнитных волн в различных средах (проводящих, непроводящих, изотропных и анизотропных) в рамках уравнений Максвелла. Полученные схемы могут быть применены для решения различных актуальных задач геофизики, связанных с распространением электромагнитных волн.

В работе представлены результаты тестирования разработанных схем на 3-мерных аналитических решениях для случаев точечного источника в виде гармонического электрического диполя Герца в диэлектрике и в проводнике. Были протестированы схема для полей второго порядка точности по времени и четвертого порядка точности по пространству, а также схема для потенциалов четвертого порядка точности по времени и по пространству. Для имитации неограниченного пространства на границе области моделирования использовались различные варианты поглощающего слоя (UPML - uniaxial perfectly matched layer).

В результате расчетов выявлено хорошее соответствие между численным и аналитическим решениями. Полученные результаты обосновывают применимость разработанных авторами численных схем для решения различных задач распространения радиоволн в геофизике.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-01-000-63.

Отклик ночных полярных сияний на резкое уменьшение динамического давления солнечного ветра

В.Б. Белаховский (*Полярный геофизический институт КНЦ РАН, г. Анапты*)

В данной работе на основе данных сети канадских меридиональных сканирующих фотометров рассмотрен отклик ночных полярных сияний на резкое уменьшение динамического давления солнечного ветра. Детально рассмотрено ряд событий 2007-2009 годов. Показано, что при отрицательном SI импульсе наблюдается резкое уменьшение интенсивности сияний в эмиссиях 557.7, 630.0 нм. Во время SI импульса по данным геостационарных спутников GOES, спутников THEMIS наблюдается увеличение модуля геомагнитного поля, уменьшением потоков энергичных частиц в магнитосфере.

Динамика полярных сияний по данным THEMIS GBO

Т.В. Бондарева¹, А.Л. Котиков^{1,2}

¹*Институт физики СПбГУ, г. Санкт-Петербург*

²*СПбФ ИЗМИРАН, г. Санкт-Петербург*

Данная работа является начальным этапом в изучении морфологии и динамики дневных полярных сияний. Основной целью работы является сопоставление динамики отдельных дуг дневных полярных сияний с формами полярных сияний регистрируемых в ночном секторе. Для сопоставления с ночными сияниями использовались записи камер всего неба в обсерватории Соданкюла и Нью Алезунд. При обработке дневных сияний по данным станций THEMIS GBO кроме стандартного пакета использовался комплекс программ разработанных на кафедре Физики Земли СПбГУ, что позволило определить скорости и направления движения как самих дуг, так и отдельных неоднородностей вдоль дуги. Кроме того, для выбранных событий (06.01.2008) установлено, что на дневной стороне сияния более интенсивны, чем на ночной.

Моделирование характеристик радиолокационных отражений от авроральных неоднородностей

А.П. Бондаренко, В.Б. Оводенко, С.Н. Пушай, В.В. Трекин (*ОАО НПК «Научно-исследовательский институт дальней радиосвязи», Москва, Россия*)

Рассеяние радиоволн на неоднородностях авроральной ионосферы является естественной пассивной помехой (авроральной помехой) для функционирования радиолокационных станций дальнего обнаружения (РЛС ДО). Для численной оценки данной помехи использовался удельный поперечник рассеяния авроральной ионизации, что позволило минимизировать число привлекаемых параметров исследуемой РЛС ДО. Оценка помехи проводилась с учётом ракурсной чувствительности для различных наборов азимут-дальность, характеристик диаграммы направленности РЛС и параметров излучаемого сигнала. В расчётах также учитывался фактор наличия авроральных высыпаний в зоне оптимальных ракурсных углов. Показано, что в ряде случаев возникают ситуации, затрудняющие обнаружение целей в связи с присутствием в зоне действия РЛС ДО больших областей пространства, занятых авроральными помехами. Данное обстоятельство предопределяет необходимость детального учёта всего комплекса явлений, связанных с радиоавророй для прогноза её характеристик и выбора наиболее целесообразных технических решений защиты РЛС ДО от данного вида помех.

Возбуждение синглетных электронных уровней молекулярного азота в полярных сияниях

Ж.В. Дашкевич, Б.В. Козелов, В.Е. Иванов (*Полярный геофизический институт КНЦ РАН, Апатиты*)

В полярных сияниях среди свечений в ультрафиолетовой области наблюдается излучение полос системы Лаймана-Берджа-Хопфилда молекулярного азота. Это результат спонтанного перехода с синглетного терма $a^1\Pi_g$ на основной терм $X^1\Sigma_u^+$ в молекулярном азоте. Ближайшими энергетическими «соседями» терма $a^1\Pi_g$ являются синглетные уровни $a^1\Sigma_u^-$, $w^1\Delta_u$. В работе рассмотрен механизм возбуждения синглетных уровней молекулярного азота в полярных сияниях на высотах выше 90 км. Разработан алгоритм расчета заселенностей колебательных уровней синглетных термов. Полученные результаты по заселенностям колебательных уровней сравниваются с известными в научной литературе теоретическими и экспериментальными данными.

Возбуждение триплетных электронных уровней молекулярного азота в полярных сияниях

Ж.В. Дашкевич, Б.В. Козелов, В.Е. Иванов (*Полярный геофизический институт КНЦ РАН, Апатиты*)

В условиях полярных сияний возбужденные молекулы азота активно участвуют в происходящих в верхней атмосфере физико-химических реакциях и дают существенный вклад в формирование спектра полярных сияний. Поэтому на протяжении долгого времени большое внимание уделялось теоретическому и экспериментальному исследованию возбуждения и излучений колебательно-возбужденного молекулярного азота. Триплетные электронные уровни являются источниками таких основных эмиссий как Первая и Вторая положительные системы полос, система полос Вегарда-Каплана, система полос Ву-Бенеша. В работе систематизированы механизмы возбуждения основных триплетных термов молекулярного азота в условиях полярных сияний на высотах выше 90 км. Разработан алгоритм расчета заселенностей колебательных уровней триплетных термов. Проведено сравнение полученных величин с экспериментальными данными и теоретическими результатами, опубликованными ранее в научной литературе.

Исследование особенностей спектра поляризационного параметра магнитного УНЧ шума на средних широтах в периоды повышенной геомагнитной активности

Е.Н. Ермакова, Д.С. Котик, А.В. Першин

Научно-исследовательский радиофизический институт, Н. Новгород, Россия.

Исследовано влияние структуры суб-ИАР на спектры поляризационном параметре ϵ фонового шума при разном уровне геомагнитной активности с использованием базы данных, полученных на среднеширотном низкочастотном пункте «Новая Жизнь» (56 с.ш. 46 в.д., Нижегородская область, Россия). В периоды начальной и главной фазы магнитной бури было обнаружено уменьшение добротности резонатора суб-ИАР, которое выражалось в уменьшении глубины осцилляций в спектре ϵ , а также изменение величины граничной частоты (f_{gp}), отделяющей положительные значения параметра ϵ от отрицательных значений. Было обнаружено, что при повышенном уровне геомагнитной активности не происходило полного исчезновения частотной зависимости в поляризационном параметре магнитного шума, характерной для существования резонатора суб-ИАР.

Одновременно анализировались изменения в параметрах резонансной структуры спектра РСС, что позволяло сделать выводы об изменениях ионосферных параметров на средних широтах, которые происходили, как на высотах максимума F-слоя, так на высотах нижнего резонатора. Было обнаружено, что резкое уменьшение добротности ИАР и уменьшение числа резонансных полос обычной РСС в начальной фазе магнитной бури сопровождалось кратковременным уменьшением граничной частоты в спектре поляризационного параметра, что, вероятно, было связано с увеличением плотности ионосферных слоев на высотах суб-ИАР и увеличением оптической плотности резонатора. В периоды полного исчезновения резонансной структуры спектра (из-за резкого уменьшения концентрации в максимуме F-слоя) обнаружено, напротив, увеличение значений f_{gp} выше частоты первого Шумановского резонанса, что говорило об уменьшении оптической плотности ионосферных слоев нижнего резонатора, связанного с уменьшением протяженности долины. В периоды сильных ($Dst < -100$ нТ) и длительных (несколько дней) геомагнитных возмущений в спектрах ϵ в период после захода солнца отсутствовали низкие значения граничных частот 2-4 Гц, характерные для спокойных геомагнитных условий. Появление таких спектров ϵ в период фазы восстановления коррелировало с появлением высокодобротной РСС.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты №№ 13-02-97086 p_поволжье_a, 13-05-12091-офи_м).

Особенности поведения мелкомасштабных искусственных неоднородностей в высоких широтах

И.М. Иванова, Н.Ф. Благовещенская, Т.Д. Борисова (АНИИ, Санкт-Петербург, РФ),
Т. Йоман (Leicester University, UK),
М. Ритвелд (EISCAT, Tromsø Division, Norway)

Задача об исследовании особенностей поведения мелкомасштабных искусственных неоднородностей (МИИН) в высокоширотной F-области ионосферы выполнялась в марте и ноябре 2010 года на нагревном комплексе EISCAT вблизи г. Тромсё, Норвегия (географические координаты: 69.6° N, 19.2° E; угол наклона магнитного поля: $I=78^\circ$) в дневные часы, в спокойных магнитных условиях. В этих экспериментах излучение мощной КВ радиоволны O-поляризации производилось на частотах нагрева 4544, 4912.8 или 5423 кГц в направлении магнитного зенита ($\Theta = 78^\circ$) циклами 5 мин нагрев/5 мин пауза (март 2010) 10 мин нагрев/5 мин пауза (ноябрь 2010). Отношение частоты нагрева к критической частоте слоя F2 менялось в пределах $f_n/foF2 \approx 0.8 - 1.2$. Эффективная мощность излучения составляла ~ 180 МВт. Для выполнения данной задачи использовалась ФАР № 2, ширина диаграммы направленности которой составляет $\sim 14^\circ$.

В нагревных экспериментах были задействованы когерентные КВ радары CUTLASS (Super DARN) Ханкасалми (Финляндия) и Рейкьявике (Исландия), геометрия расположения которых относительно КВ нагревного комплекса в Тромсе позволяет оценить горизонтальные размеры ИВО как в северо-южном направлении (радар CUTLASS в Финляндии), так и в восточно-западном (радар CUTLASS в Исландии). Радары работали с высоким пространственным разрешением 15 км (вместо обычно используемого 45 км). Вместо 16 лучей был задействован один (луч № 5 в Ханкасалми, и луч № 15 в Рейкьявике).

Данные полученные в наших экспериментах показывают, что для высоких широт эффективным является нагрев вблизи критической частоты слоя F2. Наиболее сильные возрастания пространственного размера МИИН и температуры электронов (T_e) наблюдаются в циклах нагрева, где соотношение $f_n/foF2$ близко к 1. В циклах нагрева, где $f_n/foF2 \approx 0.8$, температуры превышают фоновые в среднем на 1000 К. В циклах

Ionosphere and upper atmosphere

нагрева, где $f_n/foF2 \approx 1$, температуры превышают фоновые на 1500-1700 К.

Анализ данных радаров системы CUTLASS и ионных линий, полученных из спектров НР радара в г. Тромсё, показывает, что параметрическая распадная неустойчивость (PDI) и тепловая (резонансная) неустойчивость (TRI) сосуществуют на протяжении всего цикла нагрева.

Кинетика синглетного кислорода $O_2(b^1\Sigma_g^+)$ на высотах авроральной ионосферы

А.С. Кириллов (*Полярный геофизический институт РАН, г. Анатиты; kirillov@pgia.ru*)

Проведен расчет относительных констант скоростей образования $O_2(b^1\Sigma_g^+, v=1-4)$ при неупругом взаимодействии электронно-возбужденных атомов $N(^2D)$ с молекулами кислорода $O_2(X^3\Sigma_g^-, v=0)$. Показано, что увеличение равновесных расстояний между атомами кислорода в образуемой при взаимодействии квазимолекуле NO_2 существенным образом сказывается на росте рассчитываемых относительных скоростей образования $O_2(b^1\Sigma_g^+, v>1)$. Полученные коэффициенты используются при расчете относительных населенностей $O_2(b^1\Sigma_g^+, v=1-4)$ на высотах 110 км ($T=250$ К) и 150 км ($T=500$ К) полярной ионосферы. Проведено сравнение рассчитанных населенностей с результатами спектрометрических измерений интенсивностей полос Атмосферной системы на ракетном комплексе Форт-Черчилль в Канаде и на архипелаге Шпицберген и получено удовлетворительное согласие для нижних высот ионосферы.

Кинетика состояний $c^1\Sigma_u^-$, $A^3\Delta_u$, $A^3\Sigma_u^+$ молекулярного кислорода в атмосферах планет земной группы и в смеси газов CO_2 , CO , N_2 , O_2

А.С. Кириллов (*Полярный геофизический институт РАН, г. Анатиты; kirillov@pgia.ru*)

Согласно аналитическим выражениям, основанным на квантово-химическом приближении Розена-Зинера, проведен расчет коэффициентов скоростей гашения состояний Герцберга молекулярного кислорода $O_2(c^1\Sigma_u^-, v=0-16)$, $O_2(A^3\Delta_u, v=0-11)$, $O_2(A^3\Sigma_u^+, v=0-10)$ в столкновениях с невозбужденными молекулами CO_2 , CO , N_2 , O_2 . Рассчитанные константы гашения состояний $c^1\Sigma_u^-$, $A^3\Delta_u$, $A^3\Sigma_u^+$ использованы при моделировании колебательных населенностей состояний Герцберга в лабораторной смеси молекул CO_2 , CO , N_2 , O_2 и на высотах ночного свечения в верхних атмосферах Земли, Венеры и Марса. Проводится сравнение результатов расчетов со спектральными наблюдениями на Земле полос Герцберга I и Чемберлена согласно, а также с данными свечения полос Герцберга II и Чемберлена, полученными с летательных аппаратов Венера-9, Венера-10, Venus Express и в лабораторных экспериментах. Исследуется динамика населенностей колебательных уровней состояний Герцберга O_2 при различных соотношениях концентраций молекул N_2 , O_2 , CO , CO_2 . Показана важная роль электронно-колебательных процессов (EV-processes) переноса энергии возбуждения в кинетике состояний Герцберга в смеси газов CO_2 , CO , N_2 , O_2 .

Различные подходы к модельному описанию ионосферных эффектов стратосферных потеплений

Ю.Н. Коренков, В.В. Клименко, Ф.С. Бессараб, М.В. Клименко, И.В. Карпов (*Западное отделение ИЗМИРАН, Калининград*)

Внезапное стратосферное потепление (Sudden Stratospheric Warming – SSW) – одно из ярчайших природных явлений в высокоширотной ионосфере, иллюстрирующее связь между различными слоями атмосферы. Период затянувшегося минимума солнечной и геомагнитной активности 2007-2009 гг стимулировал интерес к исследованию ионосферных эффектов стратосферных потеплений. Спутниковые и наземные наблюдения показали, что ионосферные эффекты SSW имеют глобальный характер, а величины изменений ионосферных параметров, вызванные стратосферными потеплениями, могут превышать 50% от фоновых значений. Теоретические исследования, выполненные с помощью различных глобальных моделей нижней и верхней атмосферы, показали, что современные крупномасштабные модели неплохо воспроизводят качественные особенности поведения ионосферных параметров во время ряда стратосферных потеплений, однако амплитуды соответствующих изменений в разы меньше наблюдаемых. Для того, чтобы добиться количественного согласия результатов расчетов с данными наблюдений некоторые исследователи используют ассимиляцию данных наблюдений на различных стадиях моделирования параметров средней и верхней атмосферы. Однако, такой подход не решает задачу выявления основных процессов взаимосвязи

между атмосферой и ионосферой во время SSW. В представленной работе рассматриваются различные подходы к моделированию эффектов SSW в системе термосфера-ионосфера, которые могут объяснить значительные вариации ионосферных параметров. Численные эксперименты выполнены с помощью Глобальной Самосогласованной Модели Термосфера, Ионосферы и Протоносферы (ГСМ ТИП). Внезапное стратосферное потепление моделировалось заданием на нижней границе модели ГСМ ТИП на высоте 80 км (1) глобального стационарного возмущения $s = 1$ нейтральной температуры и плотности; (2) значений параметров нейтральной атмосферы, рассчитанных в моделях TIME-GCM (Thermosphere-Ionosphere-Mesosphere-Electrodynamics General Circulation Model), KASIMA (Karlsruhe Simulation Model of the Middle Atmosphere) и CCM SOCOL (Chemistry-Climate Model Solar Climate Ozone Links) для условий внезапного стратосферного потепления 2009 года; (3) мелкомасштабных внутренних гравитационных волн в высокоширотной области, которые по существующей гипотезе могут переносить модуляцию стратосферной температуры в мезосферу; (4) возмущений электрических полей наблюдаемых во время SSW для воспроизведения значительных возмущений в полном электронном содержании в низкоширотной ионосфере.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ №14-05-00578 и №12-05-31217.

Оценка состояния авроральной ионосферы при геофизическом мониторинге российского сектора Арктики

Л.Н. Макарова, А.В. Широчков, В.Д. Николаева (*Арктический и Антарктический Научно-исследовательский институт (АНИИ, СПб), e-mail: lumak@aari.nw.ru*)

Особенностью авроральной ионосферы является ее тесная связь со структурой и процессами, происходящими в магнитосфере. На авроральную ионосферу, кроме солнечного воздействия, оказывают влияние электрические поля и токи магнитосферного происхождения, а также локальные высыпания частиц из магнитосферы. Глобальные магнитные индексы не могут описать состояние быстро меняющейся ионосферы в авроральном овале. Изменчивость параметров авроральной ионосферы во время магнитных возмущений в масштабе сотен километров высокая и составляет несколько минут. Поэтому при изучении динамики авроральной ионосферы очень важным становится поиск эффективных управляющих параметров. Анализ экспериментальных данных на сети ионосферных станций показал, что таким управляющим параметром может быть магнитный индекс PC, с величиной и изменчивостью которого концентрация частиц в спорадическом E слое на ночной стороне. Установленные закономерности могут быть объяснены в рамках общепринятых представлений о взаимосвязи процессов, происходящих в магнитосфере и авроральной ионосфере. Активность процессов в магнитосфере обеспечивается энергией солнечного ветра, которая передается в магнитосферу через электрическое поле. Индекс PC характеризует передаваемое в магнитосферу электрическое поле солнечного ветра.

Бесстолкновительная эволюция сверхмелкомасштабных неоднородностей в F-слое ионосферы

О.В. Мингалев, М.Н. Мельник, В.С. Мингалев, И.В. Мингалев (*Полярный геофизический институт КНЦ РАН, Анапты, mingalev_o@pgia.ru*)

В работе изучается эволюция на бесстолкновительном масштабе времени в F-слое ионосферы сверхмелкомасштабных неоднородностей, вытянутых вдоль геомагнитного поля, которые имеют характерный поперечный пространственный масштаб от нескольких до десятков дебаевских расстояний электронов, что составляет от нескольких сантиметров до нескольких метров. Используется численное моделирование в рамках модели, основанной на методе крупных частиц для системы Власова–Пуассона с заданным сильным внешним магнитным полем в постановке с размерностью 2D2V, в которой учитывается движение как электронов, так и ионов в ортогональной геомагнитному полю плоскости. Расчеты проводились для типичных параметров ночной ионосферы на высоте 300 км, на время, меньшее среднего времени свободного пробега электронов, которое составляет примерно 10^4 их равновесных плазменных периодов $\theta_{pe} \approx 3.52 \cdot 10^{-7}$ с. На этой высоте ионный состав представлен ионами кислорода O^+ . Размер области моделирования был равен 128 равновесным электронным дебаевским расстояниям $\lambda_{De} \approx 7.6$ мм (около 1 м). Начальная круглая неоднородность в концентрации имела диаметр $12\lambda_{De}$, и состояла из примерно круглого пятна диаметром $6\lambda_{De}$ с пониженной одинаковой концентрацией электронов и ионов, которое окружает кольцо с повышенной одинаковой концентрацией электронов и ионов. Полное число частиц в неоднородности для электронов и ионов совпадало с пространственно однородным случаем, и начальная

плотность заряда в точности равна нулю.

Проведенные сравнительные расчеты показали, что возникают квазипериодические затухающие колебания, в которых проявляется как плазменная, так и циклотронная частоты электронов. При этом в области начальной неоднородности, где начальная концентрация понижена по сравнению с однородной фоновой, достаточно длительное время (примерно 45 равновесных плазменных периодов θ_{pe}) существует "дышащее" пятно отрицательного заряда, а в области, где начальная концентрация выше однородной фоновой, существует аналогичное "дышащее" пятно положительного заряда. Затем, после переходного этапа примерно в 10 равновесных плазменных периодов θ_{pe} , ситуация меняется на противоположную: в центре образуется "дышащее" пятно положительного заряда, а в области, где начальная концентрация выше однородной фоновой, существует аналогичное "дышащее" пятно отрицательного заряда. Эта картина существует примерно 150 равновесных плазменных периодов θ_{pe} . Время затухания определяется тепловым движением ионов, и зависит от начального размера неоднородности. Сравнительные расчеты также показали, что по сравнению с неоднородностью, образованной начальным возмущением только электронной концентрации, описанная выше неоднородность существенно эффективнее возбуждает плазменные колебания.

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что мелкомасштабные изначально электронейтральные неоднородности в концентрациях ионов и электронов, образовавшиеся в результате высыпаний, создают достаточно длительно существующие (порядка времени свободного пробега электронов) области, в которых нарушается электронейтральность.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 13-01-00063.

Пример использования характеристик авроральных помех для предварительной оценки текущего уровня геомагнитной возмущенности

В.Б. Оводенко, В.В. Трекин (*ОАО НПК «Научно-исследовательский институт дальней радиосвязи», Москва, Россия*)

Радиоаврора – комплекс геофизических явлений, возникающих вследствие воздействия на ионосферу корпускулярного излучения Солнца. Специфика этих явлений обусловлена наличием магнитного поля Земли. Многочисленные исследования, посвященные пространственно-временным характеристикам радиоавроры, показывают, что они достаточно явно зависят от уровня геомагнитной возмущенности. На основе совместного анализа регистрируемых на радиолокационной станции дальнего обнаружения (РЛС ДО) характеристик авроральной помех: дальности (D), азимута (β) и времени (t) появления (существования), а также текущего уровня геомагнитной возмущенности, были получены их взаимные статистические зависимости. Последующие контрольные расчеты уровня геомагнитной возмущенности с использованием полученных зависимостей показали достаточно высокую эффективность предложенного метода оперативной оценки геомагнитной возмущенности. При этом можно оценивать и прогнозировать минимальный уровень геомагнитной возмущенности, выше которого можно ожидать появления авроральных помех в зоне РЛС ДО. Недостатком данного подхода является то, что полученные зависимости применимы только для данного типа РЛС ДО и её района дислокации. При развертывании РЛС ДО в другом районе дислокации или изменении ее характеристик необходим набор соответствующего экспериментального материала и расчет на базе предложенного подхода новых статистических зависимостей.

Волновые возмущения в нижней полярной ионосфере во время падения Чебаркульского метеорита

В.Д. Терещенко, Е.Б. Васильев, В.А. Терещенко, О.Ф. Оглоблина, С.М. Черняков (*Полярный геофизический институт КНЦ РАН, Мурманск, e-mail: vladter@pgi.ru*)

По данным метода частичного отражения на расстоянии свыше 2000 км от эпицентра взрыва Чебаркульского метеорита в спокойных гелиогеофизических условиях обнаружены сильные изменения структуры и динамики областей D и E полярной ионосферы. Ионосферные возмущения, зарегистрированные в D-области во время этого события во многом аналогичны возмущениям ионосферы во время сильных вспышек Солнца класса M. Вертикально-слоистые образования, обнаруженные в E-области полярной ионосферы, подобны возмущениям, наблюдаемым во время запусков и полётов лёгких ракет наземного базирования.

Определены форма, амплитуда, период и кажущаяся скорость перемещения ионосферных возмущений,

которые отождествляются с распространением атмосферных волн, генерируемых во время полёта и взрыва метеорита.

На основе анализа экспериментальных данных и геофизической обстановки выдвинута гипотеза о том, что воздействие взрыва на ионосферу может передаваться из средних широт в полярную область с помощью радиоволн средневолнового диапазона сторонних радиостанций, создающих помехи в точке приёма сигнала.

Структура нижней полярной ионосферы во время сильных землетрясений в 2011 и 2012 гг.

В.Д. Терещенко, В.А. Терещенко, О.Ф. Оглоблина, Е.Б. Васильев, С.М. Черняков (*Полярный геофизический институт КНЦ РАН, Мурманск, e-mail: vladter@pgi.ru*)

С помощью метода частичных отражений исследована структура полярной нижней ионосферы и волновые возмущения в ней во время отдельных сильных землетрясений. Для анализа были выбраны землетрясения, которые произошли в 2011 и 2012 гг. в Японии, Турции и Норвежском море. Во время этих событий регистрировались возмущения ионосферы в виде N-волны (сжатие с последующим разрежением) с периодом 5-10 мин. При этом амплитуда возмущений полного электронного содержания в области D ионосферы превышала уровень фоновых флуктуаций в 2-4 раза. Фазовая скорость квазипериодических возмущений (300-400 м/с) близка к скорости звука на высотах D-области ионосферы. В области E ионосферы за 10 часов до землетрясения в Норвежском море и после него наблюдались квазисинусоидальные колебания амплитуды отражений с периодами 25-50 мин (возможно – предвестники землетрясений).

Анализ амплитуды явлений ППШ, зарегистрированных в равноденственные и летние сезона года

В.А. Ульев¹, В. Николаева¹, О.И. Шумилов²

¹*Арктический и Антарктический Научно-исследовательский институт (АНИИ, СПб); e-mail: vauliev@yandex.ru*

²*Полярный геофизический институт КНЦ РАН, г. Апатиты; e-mail: oleg@aprec.ru*

В работе анализируются амплитуды явлений ППШ, зарегистрированных за период с начала 70-х по начало 90-х годов при риометрических наблюдениях на двух высокоширотных станциях, расположенных внутри полярной шапки (станции о. Хейса и Восток). Рассматривались явления ППШ, происходившие в местное летнее полугодие, когда максимальное поглощение ППШ наблюдалось при полностью освещённой ионосфере. Установлено, что усреднённые за месяц относительные (нормированные) амплитуды ППШ существенно не меняются в течение летнего полугодия. Физический анализ и расчёты позволяют объяснить это следующие образом. В летние месяцы по сравнению с равноденственными метеорологические параметры мезосферы (температура, плотность нейтральной атмосферы) вызывают повышение поглощения ППШ, тогда как ионосферные параметры (скорость рекомбинации) – понижение.

Система электромагнитных наблюдений на архипелаге Шпицберген

М.В. Филатов, А.В. Ларченко, А.В. Ролдугин, С.В. Пильгаев, Ю.В. Федоренко, А.А. Галахов

Полярный геофизический институт КНЦ РАН, Апатиты)

Летом 2013 года на научной станции «Баренцбург» произведены работы по совершенствованию измерителей электромагнитного поля. Система сбора электромагнитных данных в СНЧ-КНЧ диапазоне частот, содержащая три компонента магнитного поля и две горизонтальные компоненты электрического поля, была дополнена компонентой вертикального электрического поля. Проведены работы по расширению полосы принимаемых частот электромагнитного тракта вверх с 250 Гц до 7 кГц путём установки ОНЧ системы сбора данных от магнитных рамочных антенн и вертикальной электрической антенны. Разработана и применена методика оценки передаточных характеристик рамочных антенн. Полученные характеристики хорошо согласуются с результатами расчетов. Таким образом, в настоящий момент времени, станция содержит комплекс систем сбора данных разделённых по полосам, покрывающим частотный диапазон от 0.01 Гц до 7 кГц.

Мобильный комплекс для регистрации электромагнитного поля в КНЧ-ОНЧ диапазонах

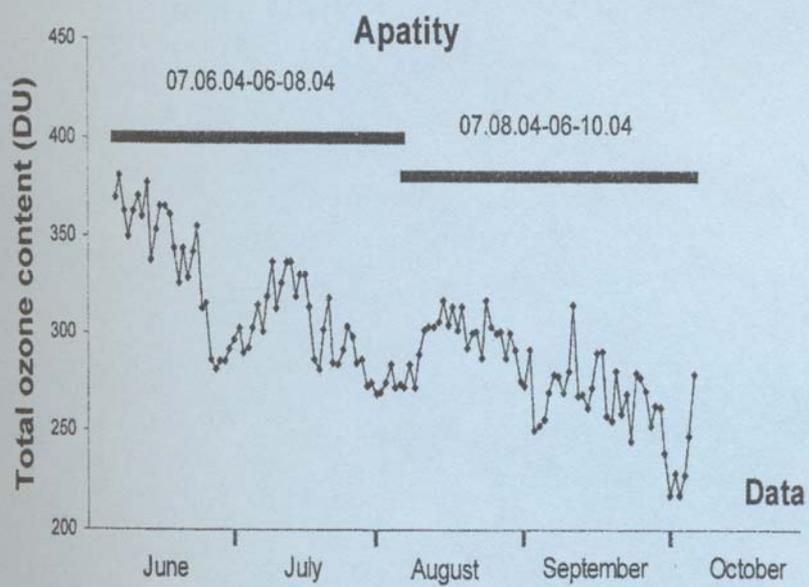
М.В. Филатов, С.В. Пильгаев, А.В. Ларченко, Ю.В. Федоренко

Полярный геофизический институт КНЦ РАН, г. Анатиты

Для экспериментального исследования поля ионосферного источника на расстоянии в несколько длин волн, проводимого с целью анализа процессов возбуждения волновода Земля-ионосфера и распространения электромагнитных мод, нужна высокочувствительная регистрирующая аппаратура, позволяющая измерять как минимум три главные компоненты электромагнитного поля – две горизонтальных магнитных B_x , B_y и вертикальную электрическую E_z . Так как на частотах выше 1.8 – 2.0 кГц в волноводе могут распространяться несколько волноводных мод, обладающих разными групповыми и фазовыми скоростями и разным затуханием, для оценки модового состава необходимо измерять фазовые соотношения между сигналами в точках, разнесенных на расстояние 100-200 км. Учитывая, что фазовая скорость распространения волноводных мод вблизи критических частот волновода Земля-ионосфера может в несколько раз превышать скорость света, такая задача требует обеспечить высокую точность синхронизации времени регистраторов с допустимой ошибкой не более нескольких микросекунд.

В данной работе представлен разработанный в ПГИ КНЦ РАН мобильный комплекс для регистрации трех компонент электромагнитного поля в КНЧ-ОНЧ диапазонах удовлетворяющий требованиям перечисленным выше. Регистратор представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из двух перпендикулярно ориентированных рамочных антенн, вертикальной электрической антенны, малошумящих антенных усилителей и блока, состоящего из а.ц.п., управляющего микроконтроллера, GPS/ГЛОНАСС приёмника. Питание регистратора осуществляется от аккумуляторной батареи 12В. Элементная база всех блоков регистратора обеспечивает работу в промышленном диапазоне температур от -40 до +70 С. В автономном режиме запись данных производится на FLASH память. В регистраторе предусмотрен Ethernet интерфейс, при помощи которого система сбора данных может осуществлять передачу данных через коммутатор, маршрутизатор или Wi-Fi сеть. В режиме автономной работы при использовании аккумулятора емкостью 55 А/ч продолжительность сеанса записи составляет порядка 7 суток.

Low Atmosphere, Ozone



Diurnal and seasonal variations of mixed layer depth and surface ozone over the central regions of the Kola Peninsula

V.I. Demin (*Polar Geophysical Institute, Apatity*)

Diurnal and seasonal variations of mixed layer depth over the central regions of the Kola Peninsula are calculated with different techniques. Results of calculation were compared with the diurnal variation of the surface ozone concentration which depends on turbulent mixing. It has been found that diurnal course of the surface ozone under stable atmosphere boundary layer (cold season or nighttime) can be described by the numeral wind-based models. The vertical temperature distribution is most important parameter under conditions of unstable stratification (daytime in warm season).

Estimation of climatic changes in the Kola Peninsula during the last 263 years

V.I. Demin (*Polar Geophysical Institute, Apatity*)

Records of air temperature in the Kola Peninsula region have been available since the 1878. However data from the various weather stations in the Kola Peninsula and North Scandinavian can be combined to the long temperature series using information from time periods with overlapping observations. Unfortunately, century-scale meteorological time series contain variations due to non-climatic factors, such as site relocations, changes in instrumentation or changes in observing practices. These inhomogeneities can distort or even hide the true climatic signal. For this reason all used data were previously verified with homogeneity tests. Inhomogeneous time series were corrected with the standardized homogenization procedures or eliminated from consideration. Resulting homogeneous records were used to reconstruct mean annual and seasonal temperatures in the different places of the Kola Peninsula.

The reconstructed temperature values are reliable back to 1803. Before this temperatures are less reliable, but seem to be realistic, at least on decadal time scales.

The analysis show that the annual and seasonal mean temperatures has not changed significantly during the 1750-2013. The modern warming in the region appears significant for the last centuries only. Between 1750 and 2013 the annual temperature has been a warming linear trend at an average rate of 0.08°C/decade. Mean rates of increase of spring and autumn temperatures are 0.04 °C/decade. The summer temperature over studied periods varies but slightly.

Tree-ring proxies of atmospheric explosions of fireballs

E.A. Kasatkina¹, O.I. Shumilov¹, M. Timonen² and A.G. Kanatjev¹

¹*Polar Geophysical Institute, Kola Science Center RAS, 184209 Apatity, Russia*

²*Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Unit, Rovaniemi, Finland*

Using the results of the dendrochronological analysis (68 Siberian tree-ring chronologies) it has been shown earlier that the increase in the tree-growth after the 1908 Tunguska event is observed at a large distance (more than 1500 km) from the explosion site (61N, 102E) and covers a huge area of about $2 \times 10^6 \text{ km}^2$ (60-75N, 80-110E). The anomalous growth of trees was previously reported only for a direct destruction area (about 2000 km²). A similar, but smaller, result has been obtained when analyzing changes in the annual tree-ring growth after the Chulym bolide explosion (57.7N, 85.1E) in 1984. Here we present as well results of our analysis of Kola (northwestern Russia) and Scandinavian tree-ring records that also demonstrate the influence of 1873 Kola bolide impact on tree growth (up to 40% compared to the previous year). In AD 536 an event occurred which caused significant climatic change (a global temperature decrease of up to 3°C). It seems to be caused by the collision with large cosmic body (larger than 500 m). Tree growth stress after the AD 536 event was analysed in detail using the ~7500 supra-long chronology from Finnish Lapland. A possible interpretation of the observed phenomena is given. The increase observed in tree growth seemed to be caused by the precipitation of nitrogen and/or some other bio-active chemical compounds, which served as fertilizers, on the ground. Another possible explanation of the accelerated growth of trees can be an increase in the UV radiation flux due to the increase of NO production and destruction of the ozone layer as a result of the flight of the bolide in the Earth's atmosphere. One of the possible mechanisms of the detected tree growth may be the fact that the growth of aerosol content in the stratosphere occurred after bolide impacts leads to an increase in the fraction of diffuse radiation in the total influx of the photosynthetically active radiation to the earth's surface. Diffuse radiation can penetrate more deeply into the crown of woody vegetation than direct sunlight,

intensifying the photosynthesis of shady leaves, which can lead to an increase of tree growth. In any case, our results indicate that the dendrochronological analysis can be applied to study the consequences of collisions with much smaller cosmic bodies with sizes ranging from several to hundred meters. The observation of these cosmic objects by using optical methods is most difficult as it was demonstrated in the case of the 2013 Chelyabinsk bolide. The results open new opportunities for using the dendrochronological method to solve the problems of the asteroid-comet danger (cataloguing of events, estimate of the trajectory and action region, etc.).

The influence of geomagnetic perturbation on changes of ULF-VLF atmospherics, registered on Kola Peninsula

V.I. Kirillov, M.I. Beloglazov, V.V. Pchelkin (*Polar Geophysical Institute KSC RAS, Apatity, Russia*)

Diurnal variations of atmospherics intensity in the ULF-VLF-range (on frequencies of 600 Hz and 6 kHz) by data of geophysical station "Lovozero" on an extent since June, 2012 till May, 2013 are investigated. It is shown that the diurnal variation of atmospherics are defined both by parameters of waveguide "Earth-ionosphere" and by activity of thunderstorm centers. Found that the transition from quiet to disturbed conditions does not lead to a significant change of the diurnal variations of hourly average traffic atmospherics N_{vac} as well as hourly average amplitudes atmospherics A_{vac} in both components at both frequencies and in all seasons. Diurnal variations A_{vac} are substantially different from the diurnal variations N_{vac} and largely reflect changes of the lighting conditions on the paths of propagation of atmospherics especially at a frequency of 6 kHz. Furthermore, we found that the mean values N_{vac} in the north-south component in a few times of more than in the east-west component, regardless of the season and the level of disturbance, herewith A_{vac} in the north-south component of about 2-3 times less than in the West east component. This is due to the receipt in obs. "Lovozero" of intensive traffic of pulse signals of small amplitude in direction 'north-south', the cause of which may be the presence on the north-south direction of several large settlements at a distance of more than 90-100km (Murmansk, Severomorsk, Apatity, Kandalaksha and etc.).

Numerical modeling of the initial stage of the origin of cyclonic vortices in the vicinity of the intertropical convergence zone

I.V. Mingalev¹, N.M. Astafieva², K.G. Orlov¹, V.S. Mingalev¹, O.V. Mingalev¹, V.M. Chechetkin³

¹ *Polar Geophysical Institute, Apatity, Russia*

² *Space Reseach Institute, Moscow, Russia*

³ *Keldysh Institute of Applied Mathematics, Moscow, Russia*

A number of earlier studies have shown that the origin of convexities in the form of the intertropical convergence zone, having distinct configurations, can lead to the formation of different large-scale vortices, in particular, a cyclonic vortex, pair of cyclonic-anticyclonic vortices, and pair of cyclonic vortices, during the period not longer than three days. The purpose of the present work is to continue these studies and to investigate numerically, applying the regional mathematical model of the wind system of the lower atmosphere developed in the PGI, the initial stage of the origin of large-scale vortexes in the vicinity of the intertropical convergence zone.

The applied model produces distributions of the lower atmosphere parameters in the limited three-dimensional simulation domain in the height range from 0 to 15 km. The mathematical model is based on the numerical solution of the system of transport equations containing the equations of continuity for air and for the total water content in all phase states, momentum equations for the zonal, meridional, and vertical components of the air velocity, and energy equation. Simulations are performed for the case when this region is intersected by the intertropical convergence zone. It was supposed that, at the initial moment, the intertropical convergence zone contains two convexities in the north direction. Time-dependent modeling was performed during the period of about four days.

Simulation results indicated that, in a moment of 30 hours after the beginning of calculations, two tropical cyclones were formed in the vicinity of the initial intertropical convergence zone. Besides, in a moment of 60 hours after the beginning of calculations, third tropical cyclone arose in the vicinity of the initial intertropical convergence zone. The radii of these three cyclones are about 800 km. The horizontal wind velocity in the cyclones can achieve values of 15-20 m/s in the course of time.

This work was partly supported by the RFBR grant 13-01-00063.

Моделирование общей циркуляции атмосферы Земли с учетом рельефа поверхности в рамках полной системы уравнений газовой динамики

И.В. Мингалев¹, К.Г. Орлов¹, В.С. Мингалев¹, О.В. Мингалев¹, В.М. Чечеткин²

¹Полярный геофизический институт Кольского научного центра РАН

²Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН

Бурное развитие вычислительной техники позволяет создать модель общей циркуляции атмосферы Земли на основе численного решения полной системы уравнений газовой динамики на трехмерной пространственной сетке с высоким разрешением. Авторами данной работы разработана и отлажена такая модель. В этой модели учитываются несферичность поля тяготения Земли и рельеф ее поверхности. В данный момент в модели используется упрощенный способ расчета скорости нагрева-охлаждения атмосферы за счет поглощения-испускания электромагнитного излучения (так называемое релаксационное приближение). В данной работе излагаются краткое описание модели и результаты моделирования для различных вариантов модельного нагрева. Обсуждаются полученные при моделировании общие закономерности вертикального и горизонтального переноса в земной атмосфере и их соответствие с данными наблюдений. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 13-01-00063.

Вариант метода дискретных ординат, оптимизированный для расчета собственного излучения в горизонтально однородной атмосфере

И.В. Мингалев¹, Е.А. Федотова¹, А.В. Родин^{2,3}, Н.И. Игнатьев^{3,2}

¹Полярный геофизический институт Кольского научного центра РАН

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

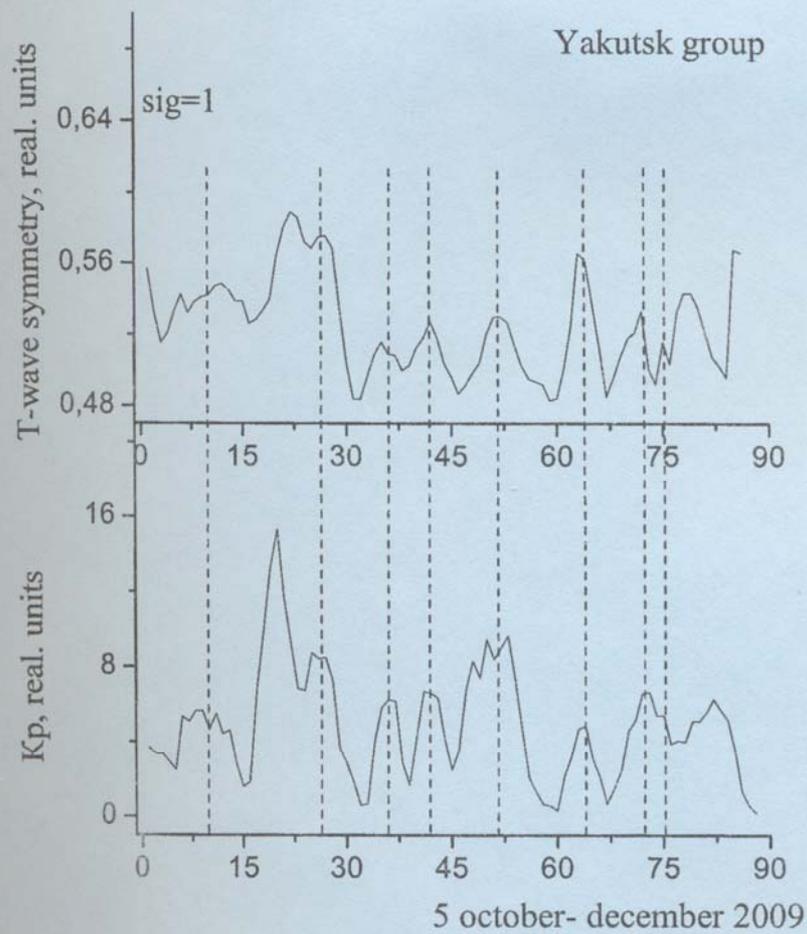
³Институт космических исследований РАН

Работа посвящена изложению новой модификации метода дискретных ординат для расчёта собственного излучения атмосферы планет в узком интервале спектра в приближении горизонтальной однородности атмосферы. Особенность предложенной модификации заключается в том, что для решения возникающей в методе дискретных ординат системы линейных алгебраических уравнений используется точный метод решения (метод матричной прогонки), в то время как в существующих кодах для решения этой системы применялись итерационные методы (как правило, метод Зейделя). В случае наличия в атмосфере слоёв с сильным рассеянием и слабым поглощением (например, слои облаков на Венере и на Земле) итерационные методы сходятся медленно и требуют выполнения большого числа итераций. В этом случае предложенный в данной работе метод имеет преимущество в точности и скорости расчета. В работе представлены результаты расчётов для нескольких полос в ИК-диапазоне в атмосфере Венеры, которые сравниваются с расчётами по стандартным программам, разработанным для расчёта переноса излучения. Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 22, а также гранта РФФИ № 13-01-00063 и гранта Минобрнауки № 11.G34.31.0074.

Высокоширотные электромагнитные КНЧ - измерения как средство мониторинга глобальной токовой активности гроз.

В.В. Пчелкин (*Полярный геофизический институт, Апатиты, Россия*)

В исследовании рассматриваются возможности наблюдений естественных электромагнитных эмиссий в диапазоне частот первого шумановского резонанса как средства высокоширотного мониторинга глобальной токовой активности гроз. Обсуждается возможная связь измеряемых характеристик шумового электромагнитного поля с параметрами глобальной грозовой деятельности. Описана эффективная система фильтрации записей высокоширотных магнитных измерений по доминирующим источникам импульсов. Показана связь экспериментально полученной сезонной динамики амплитудно-угловых характеристик поля с сезонными изменениями локализации и активности мировых центров гроз, установленными в ходе наземных метеонаблюдений и спутниковых измерений. Сделан вывод о возможности оценок относительных вариаций токовой активности грозовых источников суточного и сезонного масштабов по многопунктовым измерениям горизонтальной магнитной компоненты шумов в данном диапазоне частот.



Particularities of manifestation of space-and-time conditions in variations of biochemical indices registered in the Antarctic

V.V. Ivanov¹, E.S. Gorshkov, V.V. Sokolovski^{1,2}

¹St. Petersburg Branch Of IZMIRAN, Saint Petersburg; e-mail: sl_iva@mail.ru

²The Institute for Analytical Instrumentation (IAI RAS), Saint Petersburg

Objective existence of personal time of each individual, alongside with time of outer social and physical worlds, is one of the main reasons for developing new concepts of time and space. This being said not only about space and time as a general factor influencing human mentality and biochemical and physiological functions but also about functioning of mind and biochemical and physiological activities in time and space, which is especially important for humans in extreme environmental conditions. It is known that gravity deprivation during space missions is associated with changes in perception of time and space. This can lead to misestimation of distance from launch vehicle to spaceship at docking and, at early stage of zero gravity impact, to specific feeling of time standing still.

The major task of our research was to discover possibility of correlation between perceived time and space (duration of individual minute, DIM) and physiological biochemical indices, registered in one person in the extreme conditions of the Antarctic in 2001-2002 as thiols and urochromes concentration ratio in urine (C_{SH}/C_{UR}) and cardiac and respiratory rate ratio (CR/RR). The test characterizing DIM as the time of reciting the consequence of numbers from 1 to 121-180 relates to the group of methods of studying perception of time duration by reciting, which are more accurate compared to other methods. Invariability of C_{SH}/C_{UR} and CR/RR ratios allows suggesting a general space-and-time factor STF determining their changes. The first component of the factor, DIM, is a characteristic of human ability to perceive physical time. For the second component we took the distance (in kilometers) that the Earth covers in 1 physical second with absolute velocity (V_{av}): $V_{av} \times 1s$. For weekly average values of DIM and V_{av} for the period of 2001-2002 we calculated average values of perceived absolute velocity of the Earth, kilometers per individual second (is), - V_{avp} . The example of calculation of STF (V_{avp}) for each pair of DIM and V_{av} is as following: $DIM = 72 s$, $V_{av} = 360 km/s$, $1 is = 72 s/60 = 1.2 s$. Substituting the physical second with the individual second in V_{av} we get: $V_{avp} = 1.2 \times 360 km/is = 432 km/is$. In this case the exceedance of V_{avp} over V_{av} can be associated with a feeling of time running faster. Note that with $V_{avp} < V_{av}$ the effect will be inverse. In extreme conditions, when $V_{avp} \ll V_{av}$, there can be a feeling of time standing still. It turned out that V_{avp} well correlates with fluctuations of weekly average C_{SH}/C_{UR} and CR/RR for the same period of time – the correlation indices are 0.5 and 0.57, respectively. This fact allows us considering, so far in the first approximation, $STF(V_{avp})$ as the carrier of space-and-time features in changes of C_{SH}/C_{UR} and CR/RR , characterizing individual perception of absolute velocity of the Earth in kilometers per individual second.

Therefore, we obtained first encouraging results confirming the possibility of association between perceived space and time (as duration of individual minute) and physiological biochemical indices (C_{SH}/C_{UR} and CR/RR ratios). It appears that there is a real possibility of taking individual perception of space and time into account when experimenting with bioobjects, both on Earth and in space (with spacemen during space missions), thus increasing accuracy and providing objective results.

On correlation between atmospheric redox reactions and ozone content in stratosphere

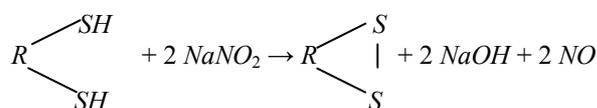
V.V. Ivanov¹, E.S. Gorshkov, V.V. Sokolovski^{1,2}

¹St. Petersburg Branch Of IZMIRAN, Saint Petersburg; e-mail: sl_iva@mail.ru

²The Institute for Analytical Instrumentation (IAI RAS), Saint Petersburg

In our previous studies of many years we discovered oscillatory pattern of changes of reaction rate for unithiol oxidation with nitrite ion in the surface layer of the atmosphere and their correspondence with variations in the cosmophysical factors – solar activity and gravitational field.

The model redox reaction between dithiol and nitrite:



can apparently be used for estimating both thiol substrate oxidation rate and nitrogen oxide formation rate, which is relevant to processes of ozone molecule breakdown. In connection with this, we performed research series in 2000 simultaneously measuring unithiol oxidation rate in the surface atmosphere and ozone level at 20 km above the ground. The study was conducted during the 45th Russian Antarctic Expedition onboard Akademik Fyodorov research ship while it was passing round East Antarctica (polar stations Mirny, Progress, Druzhnaya, Novolazarevskaya) in March-April, 2000, then sailing northward and crossing the equator, and sailing from Murmansk to Bennett Island in the Arctic in August-September of the same year. The parameters were measured daily at 10 a.m. Moscow time. Test reaction rate was estimated with unithiol oxidation half-time (*UOHT*, *unithiol test*) by the method developed by professor V.V. Sokolovski. Total ozone level (*TOL*) was registered in compliance with Methodological Guidelines for Total Ozone Layer Observation and Processing of Observation Results, designed by Voeykov Main Geophysical Observatory. Joint analysis of *UOHT* fluctuations and *TOL* variations obtained in the three series of experiments revealed common features in their patterns. The moment of crossing the equator (high sun) corresponds with simultaneous explosive increase of values: *UOHT*, most evidently, grows by 1.9 times and *TOL* grows by 45%. Corresponding patterns of two indices describing the dynamic changes in daily *UOHT* and ozone levels are indicators of direct correlation between the indices. This seemingly surprising correlation is, in fact, full of meaning and significance. For instance, what should we think of the synchronous peak values of *UOHT* and ozone level? Increased *UOHT*, indicating inhibition of oxidation, also tells us that *NO*₂ reduction and *NO* formation are inhibited, which must be followed by lower rate of ozone depletion and increasing ozone level in the atmosphere. In other words, growing *UOHT* in the surface layer of the atmosphere can apparently be taken as a sign of inhibited ozone depletion in the stratosphere.

Therefore, a new application of unithiol test can be possible, which expands its informational functionality. Also, *E.L. Aleksandrov et al.* [1992] noticed that the significant and fast decrease of *TOL* which was registered in the Antarctic in September, 1987 “can hardly be explained with an impact from photochemical processes”. Apparently, modern concepts of possible ways and features of ozone transformations in the Earth’s atmosphere cannot be considered complete.

Space weather and injury rates among people living and working behind the Polar Circle

O.I. Shumilov¹, T.B. Novikova², E.A. Kasatkina¹, A.V. Karelin³ and A.V. Chramov⁴

¹*Polar Geophysical Institute, Kola Science Center RAS, Apatity, Russia*

²*Main Hospital, Kola Science Center RAS, Apatity, Russia*

³*St.-Petersburg Pavlov State Medical University, St.-Petersburg, Russia*

⁴*Baltic State Technical University, St.-Petersburg, Russia*

In the work we considered the traumatism level of employers working at the joint stock company Apatit, the largest mining and concentrating enterprise in Europe and Russia, for the period 2000-2010 years. The enterprise is located in twin towns Kirovsk and Apatity (67.58 N; 33.31 E) right at auroral zone of geomagnetic activity. It was shown that the injury rate resembles that of suicides for peoples living in Kirovsk (not only miners). In a seasonal distribution one can select several clear occurrence maxima: in March-April, June-July, September-October and December-January. The first three maxima coincide with ones in the seasonal distribution of the most intensive geomagnetic (*Ap*>150 nT) storms for the period considered. The fourth winter maximum coincides to the maximum in the seasonal distribution of cardiovascular diseases in Kirovsk and seems not to be connected to geophysical distribution and takes place during the hardest life period of people living far in the North (dark and cold Polar Nights). Analysis of some concrete geomagnetic storms and trauma appearance behind the polar circle supports above mentioned connection between geomagnetic disturbances and extreme situation events. The conclusion may be used in preventive measures of traumatism taking into account the world wide tendency of spreading economic activity to the Arctic (and possibly Antarctic) region of the Earth.

Роль солнечной активности в модуляции медико-биологических последствий испытания ядерного оружия в северном полушарии

Н.К. Белишева (ФГБУН Кольский научный центр РАН, г.Апатиты)

31 июля 1954 г. на Новой Земле был создан Северный испытательный полигон, который должен был стать звеном в программе скорейшей ликвидации отставания СССР от США в области ядерного оружия. Всего на Новой Земле было произведено 135 ядерных испытаний в атмосфере, под водой и под землей. С 1955 по 1962 г.г. на Новой Земле было произведено 87 ядерных взрывов в атмосфере, которые внесли существенный вклад в структуру заболеваемости и смертности населения Арктического региона. В результате ядерных взрывов в северном полушарии, в том числе на Новой Земле, загрязнения радионуклидами атмосферы приняло планетарный характер. Среднегодовая концентрация цезия-137 в приземном слое воздуха на территории СССР в 1963 году достигла уровня 1986 года после Чернобыльской аварии. Распространение радионуклидов при ядерных взрывах трудно было предугадать и, в соответствии с циклонической активностью, часть радионуклидов выпала на Кольском полуострове, в Скандинавских странах и в Европе.

В данном сообщении будут представлены результаты по выявлению связи между среднегодовыми эффективными дозами (μSv) от радионуклидов, образовавшихся в атмосфере при ядерных испытаниях в северном полушарии при внешнем облучении, поступлении радионуклидов в желудочно-кишечный тракт, полном облучении организма и заболеваемостью жителей Баренцбурга (арх. Шпицберген) с 1980 по 1999 годы. Кроме того, за этот же период выявлена связь между отдельными формами заболеваемости жителей Баренцбурга с солнечной активностью (СА). Показано, что болезни периферической системы имеют значимые корреляции с дозами при внешнем, внутреннем и полном облучении ($r=0,63$, $r=0,66$, $r=0,64$, $p<0,05$, соответственно), а также с напряженностью межпланетного магнитного поля (ММП) и индексом геомагнитной активности (ГМА) PC(N) ($r=0,53$ и $r=0,49$, $p<0,05$, соответственно). Болезни почек и мочевых путей значимо связаны только с дозами облучения организма; осложнения беременности и послеродового периода – с дозами облучения радионуклидами и с СА (корреляция с числами Вольфа $r=0,51$, $p<0,05$). Инфекции кожи и подкожной клетчатки значимо связаны с дозами облучения, напряженностью ММП, вариабельностью ММП и PC(N)-индексом. Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани коррелируют только с вариабельностью ММП, травмы отравления в связи с производством имеют значимые коэффициенты корреляции с дозами облучения и всеми показателями СА, а суммарно все болезни – только с дозами облучения радионуклидами. За период исследования (1980-1999 г.г.) средние годовые эффективные дозы при внешнем и внутреннем облучении составили $8.14\pm 0.41 \mu\text{Sv}$ с минимальными и максимальными значениями 5.87 - $12.4 \mu\text{Sv}$ (United Nations. Sources and Effects of Radiation. . Vol. I: Sources; Vo. II: United Nations Scientific Committee on of Atomic Radiation, 2000). То есть, в соответствии с этими данными, среднегодовые дозы, практически, на три порядка ниже фоновых значений ионизирующей радиации ($3,32 \text{ mSv /год}$) в Мурманской обл.).

Исследование эффектов воздействия ядерных испытаний в атмосфере на жителей Мурманской области показало обратную картину: снижение средней годовой эффективной дозы ассоциировано с возрастанием заболеваемости населения. В то же время, болезни эндокринной системы, болезни системы кровообращения у взрослых, болезни крови и кроветворных тканей, болезни нервной системы, болезни органов дыхания и органов пищеварения у детей в Мурманской области за период с 1991 по 1999 г. имеют значимые корреляции с СА.

Прямая корреляция была найдена между средними годовыми эффективными дозами от радионуклидов и показателями младенческой ($r=0.68$, $p<0.05$), перинатальной ($r=0.94$, $p<0.05$) смертности и мертворожденностью ($r=0.98$, $p<0.05$) за период с 1991 по 1999 г.г., а также с частотой случаев врожденных аномалий органов пищеварения (Q38-Q45), ($r=0.44$, $p<0.05$) и с суммарной ежегодной плотностью выпадения ^{90}Sr ($r=0.39$, $p<0.05$) за период 1973-1999 г.г.. Эти результаты подчеркивает факт относительного увеличения риска при облучении с уменьшением возраста на момент облучения. Не исключено, что рост заболеваемости, и, в частности, онкологии, связан с тем, что в период пика ядерных испытаний (1956-1965) часть населения была облучена внутриутробно, в силу чего приобрела потенциально большую чувствительность к индукции опухолей. Можно предположить, что хроническое облучение радионуклидами в малых дозах повышает чувствительность организма к сопутствующим воздействиям, и, в частности, к гелиогеофизическим агентам, ассоциированным с СА. Поэтому, СА модулирует степень выраженности медико-биологических последствий испытания ядерного оружия в северном полушарии: при возрастании СА возрастает частота случаев болезней эндокринной системы и системы кровообращения, а при ее снижении – возрастает распространенность онкозаболеваний и инфекционных болезней.

Проявление солнечно-земных связей в заболеваемости наркологическими расстройствами жителей северо-запада России

Н.К. Белишева¹, А.А. Ватлин², Р.Е. Михайлов¹

¹ФГБУН Кольский научный центр РАН г.Апатиты,

²Городская больница п. Ревда, Мурманская обл.

Алкогольная и наркотическая ситуация в России за последние годы стала угрожающей. Заболеваемость алкогольными психозами увеличилась в РФ в 6,3 раза, число больных токсикоманиями - в 5,8 раза (Михайлов, Казаковцев, Чуркин, 2002). Потребления чистого алкоголя на душу населения в год составляет 14-15 литров, тогда как генетически опасным для нации ВОЗ признает потребление алкоголя в количестве 8 литров (Онищенко, Егоров, Сидоров, 2002). Среди молодежи из 100 подростков в возрасте до 12 лет интенсивно употребляют алкоголь 24 мальчика и 19,6 девочек, а возраст первого приобщения к алкоголю составляет 5-6 лет (Скворцова, 1997).

Считается, что в основе алкоголизации населения лежит индивидуальный психологический кризис, как одно из проявлений социально-психологической дезадаптации личности в ситуации утраты либо угрозы утраты значимой ценности или объекта, что приводит к состоянию депрессии разной степени выраженности. Вместе с тем, наши исследования показали, состояние депрессии может возникать вследствие модуляции функционального состояния головного мозга вариациями геомагнитного поля (Белишева и др., 1995; Сороко и др., 2013), а также другими геокосмическими агентами (Белишева, Качанова, 2002; Петрашова и др., 2012). Можно полагать, что колебания определенных параметров геофизической среды способствуют дезадаптации и отчасти усиливают депрессивные состояния, которые реализуются в потреблении алкоголя и в проявлении наркологических расстройств. В настоящем сообщении приведены данные, свидетельствующие о проявлении солнечно-земных связей в заболеваемости наркологическими расстройствами жителей Северо-Запада России на примере Санкт-Петербурга и Мурманской области.

Материалом для исследования служили статистические данные (Доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области, 1999; Материалы «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Мурманской области в 2012 году Управления Роспотребнадзора по Мурманской области; Аналитический обзор по данным статистической отчетности «Состояние здоровья населения и деятельность учреждений здравоохранения Санкт-Петербурга в 1990-е годы, СПб, 2000). Показателями заболеваемости наркологическими расстройствами по Мурманской области были: число случаев алкогольных психозов, хронического алкоголизма, наркомании, токсикомании, злоупотреблений алкоголем на 100000 населения. По Санкт-Петербургу показатели включали хронический алкоголизм, алкогольные психозы и наркоманию. Солнечные данные были получены на сайте: ftp://nssdcftp.gsfc.nasa.gov/spacecraft_data; данные по вариациям космических лучей (КЛ) - на станции нейтронного монитора ПГИ КНЦ РАН. Статистический анализ данных проводили с применением программного обеспечения Statistica 6.0

Сравнительный анализ показал, что распространенность хронического алкоголизма в Мурманской области в 23,8 раза превышает таковую в Санкт-Петербурге (1152,2 и 48,8, соответственно), а алкогольные психозы в 2,8 раза (104,3 и 36,4, соответственно). Уровень наркомании в Мурманской области оказался сопоставимым с уровнем в Петербурге: 12,1 и 11,9, соответственно. Выявлено, что в Мурманской области алкогольные психозы ассоциированы с хроническим алкоголизмом ($r=0.96$, $p<0,05$) и имеют обратную связь с токсикоманией ($r= - 0.92$, $p<0,05$). Хронический алкоголизм имеет обратный знак связи с наркоманией, токсикоманией и злоупотреблением алкоголя ($r= - 0.88$, $r= - 0.99$, $r= - 0.92$, $p<0,05$, соответственно); токсикомания имеет прямую связь с наркоманией и злоупотреблением алкоголя ($r= 0.91$, $r= 0.94$, $p<0,05$, соответственно). Причем, оказалось, что наркомания возрастает при возрастании СА и снижается при возрастании КЛ ($r= 0.99$, $r= - 0.95$, $p<0,05$), также как токсикомания и злоупотребление алкоголем. Хронический алкоголизм и алкогольные психозы, напротив, связаны со снижением солнечной активности.

Данные по Санкт-Петербургу 1990-1999 показывают, что хронический алкоголизм имеет обратный знак связи с наркоманией ($r= -0.81$, $p<0,05$), однако, в отличие от Мурманской области, хронический алкоголизм возрастает при возрастании ГМА: коэффициенты корреляции с Кр, ар, РС(N) индексами ГМА $r= 0.76$, $r= 0.73$, $r= 0.69$, $p<0,05$, соответственно) и снижается при возрастании интенсивности КЛ. Алкогольные психозы и наркомания, напротив, возрастают при снижении СА и возрастании интенсивности КЛ. Можно предположить, что различный характер связи между наркологическими расстройствами в Мурманской области и в Санкт-Петербурге обусловлены широтными особенностями регионов, а также различными фазами солнечной активности, которым соответствовали статистические данные в Мурманской области и в г. Санкт-Петербурге. Общая закономерность состоит в том, что хронический алкоголизм как в Мурманской области, так и в Санкт-Петербурге имеет обратную связь с наркоманией, и что, практически все наркологические расстройства имеют значимые связи с солнечными данными, а также с наземными вариациями геокосмических агентов.

Характер связи между функциональными показателями состояния организма в различные фазы солнечной активности

Т.С. Завадская, Н.К. Белишева

ФГБУН Кольский научный центр РАН г.Апатиты

В наших работах было показано, что в зависимости от фазы солнечной активности (СА) связь показателей функционального состояния организма с индексами геомагнитной активности (ГМА) и интенсивностью космических лучей (КЛ) может меняться на противоположную (Белишева, 2010; Петрашова и др., 2012). Причем, содержание форменных элементов в периферической крови в годы минимума и максимума СА существенно отличаются друг от друга (Петрашова и др., 2012). Исследование, выполненное в год с низкой СА показало, что функциональное состояние периферической крови человека в Заполярье модулируется вариациями гелиогеофизических агентов, адаптация к действию которых приводит к сдвигам гомеостаза, сопряженных с возрастанием риска сердечнососудистых осложнений у здоровых людей в молодом возрасте (Завадская, Белишева, Калашникова, 2012). В данном исследовании проведен сравнительный анализ характера связи между функциональными показателями состояния организма в различные фазы СА и выявлены особенности связи этих показателей с вариациями геокосмических агентов.

Исследование проводилось в 2010 году и в 2012 году на одной и той же группе здоровых испытуемых (7 и 12 человек, соответственно) с 20 по 30 декабря 2010 года и с 24 сентября по 18 октября 2012 г. В качестве показателей функционального состояния оценивалось клеточное содержание в периферической крови, уровень адаптации (А), психоэмоциональное состояние (D), интегральный показатель состояния организма (ИПСО), средний интервал кардиоритма (R-R), индекс напряжения в системе регуляции сердечного ритма (ИН), которые были получены с применением аппаратного комплекса ОМЕГА-М. Для оценки связи функциональных показателей состояния организма с геокосмическими агентами были использованы солнечные данные (ftp://nssdcftp.gsfc.nasa.gov/spacecraft_data), скорость счета нейтронного монитора (станция нейтронного монитора ПГИ КНЦ РАН, Апатиты), а также данные по светимости лунного диска и расстояния от Луны до Земли (astrolab.ru). Статистический анализ данных проводили с применением программного обеспечения Statistica 6.0.

СА в 2010 г. в период проведения исследований характеризовалась низким числом пятен $10,00 \pm 4,66$ с минимальными и максимальными значениями 0,00-13,00. В 2012 г. СА значительно возросла: число пятен в исследуемый период составило $82,00 \pm 25,60$ при минимальных и максимальных значениях 37,00-121,00. Анализ степени сопряженности количественного состава форменных элементов периферической крови в 2010 г. выявил значимую связь между сегментоядерными нейтрофилами (СН) и лимфоцитами (ЛФ) ($r = -0,89$, $p < 0,05$), между СН и палочкоядерными нейтрофилами (ПЯН) ($r = -0,75$, $p < 0,05$), а также между базофилами (БФ) и эозинофилами (ЭФ) ($r = -0,89$, $p < 0,05$). Связь между содержанием клеток в крови и интегральными показателями состояния организма была найдена только между параметром А и ЛФ ($r = -0,69$, $p < 0,05$). Анализ связи между показателями состояния организма в 2012 г. обнаружил значимые связи между СН и ЛФ ($r = -0,55$, $p < 0,05$), ПЯН и ЭФ ($r = -0,55$, $p < 0,05$), БФ и ЭФ ($r = -0,57$, $p < 0,05$), БФ и моноцитами (МН) ($r = -0,41$, $p < 0,05$), ЛФ и МН ($r = -0,67$, $p < 0,05$), ЛФ и БФ ($r = -0,48$, $p < 0,05$). Кроме того, обнаружена связь между ЛФ, БФ и А ($r = 0,42$, $r = -0,41$, $p < 0,05$, соответственно); ПЯН и D ($r = -0,56$, $p < 0,05$), ПЯН и ИПСО ($r = -0,49$, $p < 0,05$); между ЭФ, ИПСО, R-R, и ИН ($r = -0,47$, $r = -0,43$, $r = 0,41$, $p < 0,05$, соответственно). Т.е. в 2012 г. с возрастанием СА связи между клеточным составом крови и интегральным состоянием организма становятся более жесткими, что свидетельствует о напряжении регуляторных систем организма.

В 2010 г. содержание МН было отрицательно связано с СА (числа Вольфа), $r = -0,78$, $p < 0,05$, а число БФ возрастало с увеличением светимости диска Луны ($r = 0,69$, $p < 0,05$). ИПСО уменьшался с увеличением ГМА: связь с индексом РС(N) $r = -0,74$, $p < 0,05$, а ИН возрастал с возрастанием ГМА: связь с Кр, ар и РС(N) – индексами $r = 0,75$, $r = 0,70$, $r = 0,80$, $p < 0,05$, соответственно. Т.е. в 2010 г. возрастание ГМА сопровождалось снижением адаптации организма. В 2012 г. существенно возросло число связей между содержанием форменных элементов в крови, интегральными показателями состояния организма и показателями солнечной и геомагнитной активности. Причем, возрастание ГМА сопровождалось повышением ЭФ, БФ (характерным для воспалительных и аллергических реакций), а также снижением показателей, характеризующих реакцию адаптации – снижением А, ИПСО, укорочением кардиоинтервала, и, следовательно, учащением пульса. Таким образом, как при низкой, так и высокой СА, возрастание ГМА приводит к снижению ИПСО, однако при высокой СА детерминация внутрисистемных связей повышает уязвимость организма, что может привести к срыву адаптации.

Сравнительный анализ variability сердечного ритма у детей, проживающих в высоких и средних широтах

А.А. Мартынова, С.В. Пряничников, В.В. Пожарская (*ФГБУН Кольский научный Центр РАН, Апатиты*)

Наши исследования показали, что заболеваемость населения на Севере по ряду показателей значительно выше, чем в среднем по России (Белишева, Петров, 2013). При этом определенный вклад в заболеваемость жителей Арктического региона вносят высокоширотные космо- и геофизические агенты, ассоциированные с солнечной активностью (Белишева, Мельник, Талькова, 2011). Проживание на Севере повышает чувствительность к воздействию высокоширотных факторов среды и сужает адаптационный диапазон, что наиболее выражено при оценке функционального состояния детского организма. Было показано, что перемещение детей в более комфортные условия средних широт не приводит к повышению адаптационного резерва и демонстрирует жесткую сцепленность уровня адаптации с вариациями геофизических агентов (Мартынова и др., 2013).

Для выявления причины высокой уязвимости детского организма к воздействию высокоширотных факторов среды, в данном исследовании был проведен сравнительный межгрупповой анализ variability сердечного ритма (ВСР) у детей, проживающих в Заполярье и в более низкоширотных районах России.

Исследование было выполнено на 2-х группах детей: детей Заполярья, приехавших на отдых в средние широты в 2011-2013 гг. (база оздоровительного комплекса «Эковит» КНЦ РАН с. Александровка-Донская, Воронежской области) в возрасте 10-17 лет и 15-ти летних школьников г. Апатиты, проходивших тестирование в течение 2-ой половины учебного года (2013 г.). Функциональные показатели состояния организма оценивали на основе показателей ВСР с применением аппаратного комплекса Омега-М. Регистрацию параметров variability ВСР проводили ежесуточно на протяжении 10-20 дней в 2011-2013 гг. у отдыхающих на базе «Эковит» и с 24.09.2013 г по 23.12.2013 г. у школьников в Апатитах. Для межгруппового сравнения показателей ВСР у детей, проживающих в разных широтах, были рассчитаны среднестатистические значения средней продолжительности кардиоинтервала (R-R), квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов (RMSSD), стандартное отклонение NN интервалов (SDNN). По результатам спектрального анализа также рассчитывали полную спектральную мощность частот сердечного ритма (TP), абсолютную и относительную спектральную мощность высокочастотных (HF), низкочастотных (LF) и очень низкочастотных (VLF) компонент спектрального диапазона ВСР. Поскольку нормативы параметров ВСР для детей, проживающих в высоких широтах, практически отсутствуют, за норму были приняты значения, установленные для школьников, проживающих в средних широтах, в возрасте 6-16 лет имевших 1-2 группу здоровья (Галеев, Игшьева, Казин, 2002).

Анализ временных показателей ВСР выявил, что у детей Заполярья значительно снижены все показатели относительно нормы.

Результаты проведенных исследований показывают, что функциональные возможности сердца у тестируемых детей испытывают определенное напряжение. Индивидуальные значения суммарной мощности спектральных параметров сердечного ритма (TP) у детей Заполярья различного возраста существенно ниже, чем нормативы. Также снижены значения всех спектральных составляющих относительно сходной возрастной группы в средних широтах: VLF 1025, LF- 1191, HF -429 мсек², против 2305, 1472 и 704 мсек², соответственно. Полученные результаты свидетельствуют, что у детей Заполярья преобладают симпатические влияния на сердечный ритм, т.е. регуляция сердечного ритма осуществляется более энергос затратным путем, чем у детей, проживающих в средних широтах.

Выявлена высокая зависимость состояния организма детей Заполярья от колебаний космо- и геофизических агентов, что свидетельствует о повышенной уязвимости детского организма в условиях высокоширотной арктической среды.

О возможном биологическом влиянии электромагнитных колебаний в полости глобального резонатора Земля-ионосфера

В.В. Пчелкин (*Полярный геофизический институт, Апатиты, Россия*)

В работе, на основе результатов анализа прямых измерений шумовых электромагнитных импульсов в диапазоне частот шумановских резонансов, подвергнута критике гипотеза о возможном биологическом влиянии колебаний в глобальной полости Земля-ионосфера. Методами теории распознавания образов выполнен морфологический анализ осциллограмм естественных шумовых электромагнитных эмиссий КНЧ диапазона и сделаны оценки вероятности появления непрерывных квазипериодических фрагментов различной длительности. Эти оценки показывают, что достаточно продолжительные фрагменты (свыше 5-6 квазипериодов) являются чрезвычайной редкостью в экспериментальных рядах, составляя, менее 0,1%, т.е.

колебания носят шумовой характер. В качестве причин, приводящих к отсутствию в резонаторе регулярных колебаний, указываются случайный характер множественных рассогласованных источников импульсов (молнии) и сильное затухание распространяющихся в нём волн.

Предварительные результаты по оценке влияния экранирования геомагнитного поля на митотическую активность в растительных клетках

Д.А. Петрашова¹, Н.К. Белишева¹, Б.Ф. Щеголев²

¹ФГБУН Кольский научный центр РАН, г. Апатиты, petrashova@admks.apatity.ru

²ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, г. Санкт-Петербург.

В настоящее время не вызывает сомнения тот факт, что вариации геомагнитного поля (ГМП) обладают высокой биоэффективностью (Дубров, 1974; Владимирский и др., 2000). Однако, в естественных условиях влияние вариаций ГМП на биологические системы ассоциировано с сопутствующими воздействиями различной природы, в том числе с естественным фоном ионизирующей радиации, метеорологическими агентами и другими факторами химического и физического происхождения, не изучены. Изолированные эффекты воздействия вариаций ГМП на функциональное состояние биосистем выявляются в условиях эксперимента, в которых как моделируют характеристики переменных электромагнитных полей (Белова, Леднев, 2001), так и экранируют от их воздействия (Дубров, 1974; Куранова и др., 2010). В частности, после экспозиции в экранированных геомагнитных условиях в клетках линии HeLa и VH-10, культивируемых *in vitro*, появляется белок P-53, являющийся транскрипционным и регулирующим клеточный цикл фактором, а также распадается энергетическая клеточная сеть (митохондриальная сеть) (Куранова и др., 2010). Однако такого рода исследования носят единичный характер и, поэтому, многие вопросы о механизмах воздействия вариаций ГМП на биологические системы остаются без ответа. В данном исследовании сделана попытка оценить влияние гипомагнитных условий на митотическую активность в растительных клетках. Митотическая активность отражает скорость деления клеток и является базовой характеристикой живых систем, от которой зависит их выживание и гибель. В работе было оценено влияние экранирования геомагнитного поля и отчасти ионизирующего фона (его нейтронной компоненты) на скорость прорастания семян, интенсивность роста проростков и на частоту цитогенетических патологий.

В качестве тест-систем использовались семена луков (*Allium cepa* и *A. fistulosum*), маша (*Vigna radiata*) и огурца обыкновенного (*Cucumis sativus*). Для экранирования ГМП использовалась экранирующая камера, изготовленная на основе сплава из аморфного магнитомягкого материала АМАГ-172. Камера способна ослаблять магнитное поле земли (48 мкТл) до 0,192 мкТл. Модуляция (ослабление) нейтронной компоненты естественного ионизирующего фона осуществлялась с применением графитового цилиндра (d=20см, толщина стенки 1 см). В качестве контроля использовался цилиндр из бумаги плотностью 200 г/м². Семена четырех культур были помещены в чашки Петри с влажной фильтровальной бумагой по 50 шт. в каждую. Чашки Петри помещались в цилиндры по 12 шт. (3 шт. для каждой культуры). Цилиндры находились в одинаковых условиях температуры и влажности при отсутствии освещения. Ежедневно в каждой чашке Петри производились подсчет проросших семян для определения скорости прорастания и замеры длины корешков для определения интенсивности роста проростков. Корешки луков и маша фиксировались для дальнейших цитогенетических исследований.

В ходе эксперимента выявлена тенденция по увеличению всхожести семян в условиях экранирования ГМП. У бобовых скорость роста была выше в контрольных условиях (*V. radiata*), чем в гипомагнитном поле. А у огурца, наоборот, выше в гипомагнитном поле, что согласуется с данными А.М. Дыкус и А.А. Шultz (1964) о том, что снижение напряженности ГМП в сотни и тысячи раз вызывает ускорение роста у огурца и редиса и торможение роста у кукурузы и ячменя.

Предварительные результаты показывают, что эффекты воздействия гипомагнитного поля на растительные системы имеет видоспецифический характер, который может проявляться как в торможении роста, так и в его стимуляции в зависимости от видовой принадлежности объекта. Предварительные результаты по выявлению эффектов воздействия геомагнитного поля на биологические системы могут иметь определенное значение для понимания последствий инверсии геомагнитных полюсов для эволюции биосистем, поскольку инверсия сопровождается снижением напряженности ГМП (Glassmeier K.H., Vogt J., 2010).

Сравнительный анализ заболеваемости населения в высоких и средних широтах на примере жителей г. Апатиты и г. Серпухова

В.Н. Петров (*ФГБУН Кольский научный центр РАН, г. Апатиты*)

В сообщении будут представлены результаты сравнительного анализа заболеваемости населения в высоких широтах (г. Апатиты, Мурманской обл.) и в средних широтах (г. Серпухов, Московской обл.). Результаты анализа показали, что заболеваемость населения в г. Апатитах в 1,3 раза выше, чем в г. Серпухове (1743 посещения и 1334 посещения соответственно на 1000 населения). В целом, частота обращаемости населения за медицинской помощью сопоставима между г. Апатиты и г. Серпуховым. За последние 10 лет болезненность детского населения в г. Апатиты выросла в 1,1, а взрослого в 1,3 раза. В г. Серпухове за последние 9 лет болезненность детского населения возросла в 2 раза, а взрослого - в 1,1 раза. Вместе с тем, в структуре заболеваемости населения в высоких и средних широтах имеются существенные различия. Наиболее выражены различия в заболеваемости детей (0-14 лет) болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани, эндокринной системы, психическими расстройствами, болезнями крови, кроветворных органов, новообразованиями у детей в г. Апатитах и г. Серпухове, распространенность которых в г. Апатитах превышает таковую в г. Серпухове в 6.7, 8.7, 74.3, 2.3, 2.7 раза. У подростков (15-17 лет) в г. Апатитах также заболеваемость определенными формами болезней существенно выше, чем в Серпухове. В частности, частота случаев болезней глаза и его придаточного аппарата, болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани, кожи и подкожной клетчатки, болезней эндокринной системы, психических расстройств, инфекционных и паразитарных болезней в г. Апатитах значительно выше, чем в Серпухове (в 3.4, 8.2, 8.0, 9.4.5, 3.3, 3.2 раза, соответственно). В группе взрослого населения (18 лет и старше) в г. Апатитах различия в заболеваемости с г. Серпуховым уже не столь выражены, однако в г. Апатитах заболеваемость, по сравнению с Серпуховым, болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани, мочеполовой системы, кожи и подкожной клетчатки, инфекционными и паразитарными болезнями, болезнями крови, кроветворных органов остается более высокой. В пенсионном возрасте (женщины старше 55 лет, а мужчины старше 60 лет) различия в распространенности определенных заболеваний значительно меняются в г. Апатитах и в г. Серпухове. В частности, распространенность болезней эндокринной системы; болезней нервной системы новообразований преобладает в г. Серпухове. Можно думать, что причины возрастания этих классов болезней в г. Серпухове кроются в состоянии окружающей среды в Московской области.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о том, что в высоких широтах, заболеваемость населения во всех возрастных группах выше, чем в средних широтах. Причем, наибольшую чувствительность к провоцирующим болезни воздействиям проявляет детское население.

Анализ связи заболеваемости населения в Арктическом регионе и, в частности, в Мурманской области, с вариациями гелиогеофизических агентов (*Белишева, Талыкова, Мельник, 2012; Белишева, Талыкова, 2012; Белишева, Петров, 2013*) показал, что определенные формы заболеваемости связаны с воздействием высокоширотных гелиогеофизических агентов на организм человека. Кроме того, было показано, что детский организм проявляет более высокую чувствительность к воздействию факторов среды, чем взрослый (*Белишева, 2013*). Отсюда можно предположить, что более высокая заболеваемость населения в г. Апатитах по сравнению с г. Серпуховым, обусловлена воздействием высокоширотных факторов среды, среди которых вариации гелиогеофизических агентов, в сочетании с другими агентами, вносят существенный вклад в заболеваемость населения в Арктическом регионе.

Роль стохастических резонансов в механизме солнечно-земных связей

И.В. Попов¹, М.Б. Винниченко²

¹*Физико-Технический Институт им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: igor-porov39@yandex.ru*

²*Физический факультет СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: mvinni@mail.ru/*

В последнее десятилетие всё большее число работ посвящается проблеме механизма воздействий различных полей (магнитного (МП), электрического (ЭП), гравитационного (ГП)) на состояния конденсированных физических, химических и биологических систем, при котором энергии на порядки меньше энергий теплового движения. «кТ», могут приводить к «катастрофическим» изменениям. Настоящая работа развивает концепцию [1], в соответствии с которой малое (триггерное) внешнее воздействие управляет стохастическими динамическими параметрами конденсированных сред (КС): вращательными, кинетическими, магнитными моментами. Внутри любой КС существует стохастическое тепловое

электрическое $109 \div 1011$ В/м (ТЭП) и тепловое магнитное ~ 107 А/м (ТМП) (при комнатной температуре). Это поле возникает вследствие воздействия на КС внешних агентов, которые приводят к движению и взаимодействию частиц среды. «Включение» постоянного МП В0 вызывает, через время релаксации τ , поляризацию магнитных моментов, направленных вдоль или против В0 в зависимости от знака заряда частицы среды. В результате возникают средние стохастические значения моментов, отличные от нуля. Таким образом, постоянное МП, посредством силы Лоренца, управляет движением частиц среды, практически, не совершая работы: энергия на поляризацию «черпается» из ТЭП.

«Подключение» к постоянному МП В0 малого переменного коллинеарного МП (электромагнитный шум, генерируемый Солнцем и Землёй), через время релаксации τ , увеличивает на порядки эти моменты на циклотронной частоте Ω_c для свободных частиц при циклотронном резонансе, если выполнено условие $\Omega_c \tau \gg 1$. К такому же эффекту приводит действие переменных электрических (ЭП) и/или гравитационных (ГП) полей, ортогональных МП, при обобщённом циклотронном резонансе.

Возникновение большого среднего кинетического момента за счёт ТЭП и ТМП (на порядки больше спина электрона, ядра) приводит к вырыванию связанных частиц КС из сетки связей за счёт сил «межмолекулярного» трения, в следствие чего в КС возникает элементарный вихрь. Так как КС Солнца и Земли диамагнитна, то кинетический момент, в свою очередь, через гиромантическое отношение, вызывает значимый средний магнитный момент, который увеличивается за счёт вовлечения в вихрь вырванных частиц. Возникает вихревое локальное МП (ЛМП) вихря, суммарный магнитный момент которого направлен противоположно В0 (гелиоМП, геоМП), и на порядки больше его. Теория показывает, что чем выше температура, тем меньше потери на образование вихря, тем более вероятно его возникновение. На планетах, которые не имеют собственного постоянного МП, вихри не возникают.

Известно, что космическая погода (состояние межпланетной среды) не только влияет на все оболочки Земли, включая техносферу, биосферу, а но также находит отражение в физико-химических процессах. [1,2]. Согласно работе [1], основной причиной всех процессов и явлений, протекающих на поверхности Земли, является внушительное внутреннее стохастическое тепловое электромагнитное поле (ТЭМП) Земли. А источником модуляции этого поля – солнечная активность (СА), которая отражается в ТЭМП Солнца. Межпланетная среда (МПС) опосредует воздействие СА на Землю, модулируя состояние оболочек Земли. Можно ожидать, что наиболее эффективная модуляция будет в том случае, когда продолжительность (t) воздействия «сигнала» на Землю ($t > \tau$) позволит возникнуть бы одному из видов стохастических резонансов.

Макромасштабные явления природы, отраженные в СА и состоянии МПС, а также в процессах, протекающих в земных оболочках (магнитный шум с извержениями вулканов и землетрясениями (цунами), образование циклонов, смерчей-торнадо и др.) являются результатом работы огромных вихрей с их огромными ЛМП. Доказано, что все вихри в южном полушарии (северный магнитный полюс) вращаются по часовой стрелке, а в северном (южный магнитный полюс) – против часовой стрелки независимо от заряда частиц. Циклоны и смерчи-торнадо не зарождаются на полюсах Земли (низкое кТ), и зарождаются там, где это кТ достаточно велико. Также, они не зарождаются на экваторе Земли, где нет вертикальной составляющей ГМП поверхности Земли. В основе возникновения вихрей в магме Земли и фотосфере Солнца, скорее всего, лежат сходные механизмы, различающиеся только пространственными масштабами и вероятностями образования. И конечные результаты взаимодействия СА с оболочками Земли определяются стохастическими резонансами, возникающими вследствие взаимодействия вихревых процессов.

1. Попов И.В. Принципы физики слабых воздействий на конденсированные среды. 2011. С-Пб.: Из-во Политехн. университета. – 288 с.

2. Владимирский Б.М., Брунс А.В. Космическая погода, физико-химические системы и техносфера. Геофизические процессы и биосфера, 2010. Т. 9, № 1, с.34-62.

Магнитосферные суббури и инфаркты миокарда в субавроральных широтах

С.Н. Самсонов¹, Н.Г. Клейменова^{2,3}, П.Г. Петрова⁴

¹Институт космофизических исследований и астрономии им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия

²Институт физики Земли РАН им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва

³Институт космических исследований РАН, г. Москва

Медицинский институт СВФУ им М.К. Аммосова Якутск, Россия

e-mail: s_samsonov@ikfia.ysn.ru

Исследовалась связь числа вызовов скорой медицинской помощи по поводу инфарктов миокарда (ИМ) в субавроральных широтах (г. Якутск) с геомагнитными возмущениями вблизи максимума (1992 г.) и минимума (1998 г.) солнечной активности. Показано, что в отличие от средних и низких широт (Болгария),

где максимум инфарктов отмечался зимой, в субавроральных широтах (г. Якутск) наблюдалось несколько максимумов, совпадающих со значительными возрастаниями уровня геомагнитной активности, что позволило предположить, что в субавроральных широтах большую роль в обострении инфарктов может играть увеличение локальной геомагнитной возмущенности, а именно, появление ночных магнитосферных суббурь, которые во время значительных магнитных бурь наблюдаются и в субавроральных широтах. Анализ экспериментальных данных показал, что негативные эффекты на больных ИМ в субавроральных (вероятно, и в авроральных) широтах могут оказывать только те большие планетарные геомагнитные возмущения, развитие которых отмечается в местное ночное время, типичное для магнитосферных суббурь. Это значит, что при проведении корреляционных исследований использование индексов планетарной геомагнитной активности не всегда будет корректным.

Если в низких и средних широтах действующим биотропным агентом могут быть геомагнитные пульсации P_{c1}, типичные для восстановительной фазы магнитной бури, т.е. после окончания геомагнитных возмущений, то в субавроральных широтах (вероятно, и в авроральных) такую же роль могут играть ночные геомагнитные пульсации P_{i1} в том же диапазоне периодов (0,5-3,0 Гц), сопровождающие каждую суббурю, типичную для главной фазы магнитных бурь. Частотный диапазон этих обоих типов пульсаций попадает в диапазон сердечных сокращений человека. Интенсивность геомагнитных пульсаций P_{i1} быстро убывает с широтой, эти колебания характерны лишь для области их генерации (авроральные и субавроральные широты), поэтому возможная биотропность этих колебаний будет отмечаться лишь в этих широтах.

О биотропном воздействии радиационных условий в орбитальной космической станции на живые системы и их водную среду

В.В. Цетлин¹, Е.И. Домарадская², Т.С. Гурьева¹, М.А. Левинских¹, С.С. Мойса¹

¹Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия, e-mail: v_tsetlin@mail.ru

²Институт биологии развития им Н.К.Кольцова

На орбите пилотируемых орбитальных станций экипажи подвергаются хроническому облучению низкими дозами космического излучения. Изучение радиобиологических эффектов в различных живых системах проведено в бортовых и модельных наземных экспериментах. Показано, что в условиях воздействия ионизирующим излучением во время космического полета на борту орбитальных космических комплексов ОК «Мир» и МКС, а также в наземных модельных условиях облучения нейтронным излучением с мощностью дозы 200 мкГр/сут, и при плотности потока нейтронов 30 частиц/см²с оказывает воздействие на эмбриональное развитие японского перепела, вызывая морфологические нарушения у 12% эмбрионов. Многолетний онтогенез (более 15 лет жизни на ОК МИР) микробного сообщества вызвал смену доминирующих видов микромицетов и бактерий и возрастание на четыре порядка КОЕ. В лаборатории низкие дозы гамма-излучения вызвали увеличение биомассы полетных штаммов *Aspergillus niger*, что соответствует радиационному гормезису, а также повышение радиочувствительности. Помимо этого, на фоне гамма-нейтронного излучения отмечались отклонения в морфологии опорной клетки и многочисленные опадывания головок *Aspergillus niger*. Облучение малыми дозами простейших приводило к тому, что спонтанная двигательная активность спиростом (*Spirostomum ambiguum Ehrbg.*), помещенных в облученную смешанным гамма-нейтронным излучением воду, уменьшалась в два раза, что свидетельствовало о том, что определяющим фактором действия гамма-нейтронного излучения является изменение состояния водной среды. Установлено, что у сухих семян высших растений, замоченных в воде, предварительно облученной малыми дозами α- и γ-излучений <10 сГр (превышающих природный радиационный фон в 100-500 раз) и помещенных в гипомангнитную камеру (индукция магнитного поля в 200-300 раз ниже геомагнитного), всхожесть семян была почти вдвое выше при облучении γ-частицами. Малые дозы γ-излучения снижали, а α-излучения усиливали отрицательное воздействие пониженного магнитного поля на всхожесть семян и развитие проростков растений. Установлен феномен стимулирующего действия низких доз непрерывного γ-облучения (источник облучения Со60, время облучения 10 сут, среднесуточная мощность дозы 1,5-2,0 мГр, суммарная доза 15 мГр) на мезенхимные стволовые клетки костного мозга мышей – радиационный гормезис, который проявлялся в усилении пролиферативной активности и увеличении в 1,5-4,5 раза численности КОЕ-Ф в костном мозге. Существенно увеличивалась (в 2 раза) и регенераторная способность стромы костного мозга. При нейтронном облучении радиационный гормезис наблюдался только при дозе 48x10⁻³сГр. Кроветворные родоначальные клетки оказались нечувствительными к изучаемым дозам радиации. Активация клеток, способных к миграции и обладающих гистогенетической пластичностью может представлять серьезную медико-биологическую проблему. При изучении состояния лимфоцитов в крови летчиков (высота трасы полета 7-17 км, измеренная мощность дозы 5-10 мрад/сут) и космонавтов (высота орбиты 350-450 км, 25 -30

мрад/сут) обнаружены молекулярно-биологические и цитогенетические нарушения: поврежденность ДНК, хромосомные аберрации. Помимо того, выявлена повышенная радиочувствительность к дополнительной радиационной нагрузке (облучение в дозе 1 Гр). Эти биологические маркеры определяют нарушения, которые могут быть ранними показателями риска возникновения различных заболеваний, в том числе злокачественных опухолей. Таким образом, в условиях межпланетного космического полета и длительного пребывания на орбите в области магнитосферы исследуемые виды излучений влияли, в первую очередь, на водную среду организма в результате чего изменялись его морфо-функциональные структуры.

Вода – детектор вариаций гелиогеофизических агентов и функциональных показателей состояния организма. Предварительные результаты

В.В. Цетлин¹, Г.С. Файнштейн², Н.К. Белишева³, А.А. Мартынова³, С.В. Пряничников³

¹ГНЦ РФ-Институт медико-биологических проблем РАН, Москва

²НП Парламентский Центр «Комплексная Безопасность Отечества», Москва

³ФГБУН Кольский научный центр РАН, г. Апатиты, Мурманская обл.

Исследования, направленные на изучение сопряженности электрофизических свойств воды с вариациями геокосмических факторов, показали, что эти свойства воды отражают колебания плотности потоков космических лучей (Винниченко, Белишева, 2009), а также вариации других геокосмических агентов, отражающихся в изменении электрических токов, протекающих в электрохимических ячейках с водой, помещенных в светозащитные диэлектрические и металлические экраны (Цетлин, 2010). В данной работе представлены результаты пилотных исследований, проведенных в Апатитах с целью выявления степени сопряженности между показателями детектирующей системы (вода), вариаций гелиогеофизических агентов и функциональных показателей состояния организма.

В качестве детектирующего устройства была использована экспериментальная установка, состояла из пары идентичных по конструкции двухэлектродных стеклянных электрохимических ячеек, помещенных в металлический светозащитный корпус (Цетлин, 2010). Electroды были изготовлены в виде прямоугольных пластин из пищевой нержавеющей стали (практически не растворимых в воде). Ячейка заполнялась водой высокой очистки (удельная проводимость $\sigma = 0,1-0,2$ мкСм). На электроды подавалось постоянное стабилизированное напряжение, заданное в диапазоне 2-2.5 В. Напряженность поля в зазоре между электродами не превышала ~ 1 В/см. Блоком питания служил источник Instek GPS 4303 с величиной регулируемого напряжения ± 15 В. Стабильность напряжения поддерживалась с погрешностью, не превышающей 0,5 %. Для измерения тока, протекающего через водный промежуток, измерялся по величине падения напряжения на резисторе ~ 100 Ом, включенном последовательно с промежуток, которое подавалось на ПК через преобразователь I-U и АЦП типа E-140 фирмы L-card. Запись и обработка сигналов производилась на жесткий диск ПК с использованием программы Power Graph. Данные по вариациям космических лучей были получены на станции космических лучей ПГИ КНЦ РАН (г. Апатиты), данные по вариациям элементов геомагнитного поля (ГМП) - на сайте <http://www.sgo.fi/> (Sodankylä Geophysical Observatory). Динамика функциональных показателей состояния организма была получена на основе оценки параметров variability сердечного ритма в группе испытуемых школьников мужского пола в возрасте 15 лет (11 человек), которые проходили тестирование с 25 по 29 ноября 2013 года в г. Апатиты.

Реакция воды в ячейках на воздействие факторов внешней окружающей среды определялась на основании записи в 2-х каналах с временным разрешением в 1 с. Для сопоставления показателей состояния воды с вариациями космо- и геофизических агентов были рассчитаны среднечасовые значения показателей токов в воде. В свою очередь для сопоставления показателей состояния воды с показателями variability сердечного ритма (ВСР), для последних были получены среднесуточные по выборке значения ВСР, данные по воде также были усреднены по суткам. Было выявлено, что среднечасовые значения токов в обоих каналах имеют значимые корреляции с скорректированным на атмосферное давление счетом нейтронного монитора, фактически отражающего интенсивность первичных космических лучей (КЛ), вторгающихся в атмосферу на широте проводимых исследований. Коэффициенты корреляции между показателями токов и вариациями скорости счета нейтронного монитора, скорректированного на атмосферное давления, составляют $r=0.63$ и $r=0.46$, $p<0.05$, соответственно. Коэффициенты корреляции значений токов с атмосферным давлением составляют для 1-го и 2-го канала $r=0.67$ и $r=0.58$, $p<0.05$, соответственно. Наряду с этим были обнаружены значимые корреляции между значениями токов в исследуемой ячейке с водой и локальными вариациями Z-компоненты ГМП. Значения коэффициентов корреляции для 1-го и 2-го каналов составили $r=0.55$ и $r=0.62$, $p<0.05$, соответственно. Выявлена сопряженность между показателями значений тока в воде, вариациями Z-компоненты ГМП и спектральными составляющими вариаций сердечного ритма (ВСР). В частности, показано, что такой показатель ВСР как отношение низкочастотной (LF) к

Heliobiosphere

высокочастотной (HF) компонентам ВСП (LF/HF) значимо связан с вариациями Z-компоненты ГМП и значениями токов в ячейке с водой. Коэффициенты корреляции между значениями LF/HF и токами $r=0.99$, LF/HF и Z-компонентой $r=0.94$, $p<0.05$.

Полученные результаты свидетельствуют о плодотворности начатых исследований, и, хотя они носят предварительный характер, однако дают основание для выявления степени сопряженности между реакциями отклика целостного организма и воды. Предполагается, что на основании дальнейших исследований, можно будет предложить водные ячейки в качестве основы чувствительного элемента биофизического сенсора, адекватно отражающего возможные реакции организма на воздействие геокосмических агентов на разных широтах.

AUTHOR INDEX

A

Agapitov O.V.	31
Agayan S.M.	35
Akhmetov O.I.	55
Andreeva V.A.	23
Antonova E.E.	23
Artemyev A.V.	25, 31
Astafieva N.M.	66

B

Balabin Yu.V.	41, 43, 45
Barkhatov N.A.	16, 44
Barkhatova O.M.	16
Bazilevskaya G.A.	16
Bazina I.A.	16
Belakhovsky V.B.	31, 37, 55
Belisheva N.K.	73, 74, 75, 77, 81
Beloglazov M.I.	66
Benevolenskaya E.	41
Bespalov P.A.	36
Bessarab F.S.	58
Blagoveschenskaya N.F.	57
Bondarenko A.P.	56
Bondareva T.V.	55
Borisova T.D.	57
Borovkov L.P.	13

C

Chechetkin V.M.	66, 67
Cherniak I. V.	49, 50, 51
Chernouss S.A.	18, 49
Chernyaeva S.A.	13
Chernyakov S.M.	60, 61
Chernyshov A.A.	23, 50
Chkhetiani O.G.	53
Chramov A.V.	72

D

Dashkevich Zh.V.	56
Demekhov A.G.	31, 38
Demin V.I.	65
Despirak I.V.	13
Dmitriev A.N.	15
Dmitrieva N.P.	16, 25
Dobrova D.D.	41
Domaradskaya E.I.	80
Dremukhina L.A.	17, 18

E

Ephishov I.	49
Ermakova E.N.	50, 57

F

Fanshtein G.S.	81
Fedorenko Yu.V.	33, 51, 55, 61, 62
Fedorov E.N.	50
Fedorova E.A.	67
Feygin F.Z.	32
Filatov M.V.	49, 61, 62

G

Gaivoronskaya T.V.	14
Galakhov A.A.	61
Germanenko A.V.	41, 43
Golovchanskaya I.V.	14, 23, 32
Golubev S.V.	34
Gordeev E.I.	23, 53
Gorshkov E.S.	71
Gospodchikov E.D.	34
Grigoriev V.F.	34
Gromov S.V.	17, 18
Gromova L.I.	17, 18
Guineva V.	13
Gur'eva T.S.	80
Gvozdevsky B.B.	26, 41, 43

H

Hattori K.	35
Hayakawa M.	35
Heilig B.	35

I

Ignat'ev N.I.	67
Ilysov A.	23
Ivanov V.E.	56
Ivanov V.V.	71
Ivanova I.M.	57
Izotov I.V.	34

K

Kanatjev A.G.	65
Kangas J.	53
Kapcia J.	49
Karelin A.V.	72
Karpachev A.T.	51, 54
Karpov I.V.	58
Karpov M.I.	52
Kasatkina E.A.	65, 72
Katkalov Yu.V.	16, 24, 25, 54
Kirillov A.S.	58
Kirillov V.I.	66
Kirpichev I.P.	23
Kleimenova N.G.	13, 32, 33, 35, 79
Klimenko M.V.	50, 51, 58
Klimenko V.V.	50, 51, 58
Korenkov Yu.N.	58

Kornilov I.A.	14
Kornilova T.A.	14
Korolkova O.	41
Kotik D.S.	57
Kotikov A.L.	35, 53, 55
Kozelov B.V.	13, 15, 23, 26, 50, 56
Kozelova T.V.	15
Krankowski A.	49
Krasnoselskikh V.V.	31
Kubyshev I.V.	27
Kuznetsova M.V.	51

L

Larchenko A.V.	61, 62
Lazutin L.L.	15
Lebed O.M.	51
Levinskih M.A.	80
Levitin A.E.	17, 18, 44
Logachev Yu.I.	16
Lubchich A.A.	13, 36
Lubchich V.A.	33

M

Makarova L.N.	53, 59
Malova H.V.	25, 27
Malysheva L.M.	32
Manninen J.	33
Mansfeld D.A.	34
Martynova A.A.	76, 81
Maurchev E.A.	45
Melnik M.N.	27, 59
Mikhailov R.E.	74
Mingalev I.V.	27, 55, 59, 66, 67
Mingalev O.V.	27, 55, 59, 66, 67
Mingalev V.S.	52, 59, 66, 67
Mingaleva G.I.	52
Mizonova V.G.	36
Mochalov A.A.	38
Mogilevsky M.M.	23, 24, 38, 50
Moiseenko I.L.	24
Mourenas D.	31
Moyza S.S.	80

N

Nakamura R.	25
Namgaladze A.A.	52
Nikitenko A.S.	37
Nikolaeva V.D.	53, 59, 61
Nosikov I.A.	50
Nosikova N.S.	35
Novikova T.B.	72

O

Ogloblina O.F.	60, 61
Orlov K.G.	66, 67
Orlova K.G.	31
Ovodenko V.B.	56, 60

P

Panchenko V.A.	54
Parrot M.	38
Pashin A.B.	38
Pchelkin V.V.	66, 67, 76
Pershin A.V.	57
Petrashova D.A.	77
Petrov V.N.	78
Petrova P.G.	79
Petrukovich A.A.	25
Pilgaev S.V.	24, 33, 61, 62
Pilipenko V.A.	31, 35, 37, 50
Podgorny A.I.	42
Podgorny I.M.	42
Poluianov S.	43
Ponyavin D.I.	41, 43
Popov I.V.	78
Popov V.Y.	25
Popova T.A.	37
Pozharskaya V.V.	76
Pryanichnikov S.V.	76, 81
Pushay S.N.	56

R

Ratovsky K.G.	50, 51
Revunov S.E.	44
Revunova E.A.	44
Rietveld M.	49, 57
Rodin A.V.	67
Roldugin A.V.	24, 33, 61
Roldugin V.C.	24, 33
Rozhdestvenskaya V.I.	54

S

Sakharov Ya.	25
Samsonov S.N.	79
Schegolev B.F.	77
Schekotov A.Yu.	35
Selivanov V.	25
Semenov V.S.	25, 27
Semenova N.V.	26
Sergeev V.A.	13, 16, 23
Shagimuratov I.	49
Shalashov A.G.	34
Shalimov S.L.	53
Shcherbakov A.A.	50
Shirochkov A.V.	53, 59
Shukhtina M.A.	16
Shumilov O.I.	61, 65, 72
Shvec M.	49
Sidorenko A.E.	34
Sieradski R.	49
Sigernes F.	24
Slivka K.Yu.	25
Sokolovski V.V.	71
Stepanov A.E.	51
Suvorova A.N.	15

T

Telegin V.A.	54
Tepenitsyna N.	49
Tereshchenko V.A.	60, 61
Tereshchenko V.D.	60, 61
Tereshchenko E.D.	34
Tereshchenko P.E.	34
Timofeev E.E.	53
Timonen M.	65
Titova E.E.	38
Trekin V.V.	56, 60
Tsetlin V.V.	80, 81
Tsyganenko N.A.	23

U

Ul'ev V.A.	61
Usoskin I.	43

V

Vallinkoski M.K.	53
Vashenyuk E.V.	16, 43, 45
Vasil'ev E.B.	60, 61
Vasko I.Y.	25
Vatlin A.A.	74
Viktorov M.E.	34

Viljanen A.	24, 25
Vinnichenko M.B.	78
Vinogradov A.B.	44
Volkov M.A.	26
Vorobjev V.G.	16, 23, 54

W

Wik M.	24
--------	----

Y

Yagodkina O.I.	16, 23, 54
Yagova N.V.	34, 35
Yahnin A.G.	26, 37
Yahnina T.A.	26, 37
Yakovleva N.V.	27
Yasukevich Yu.V.	50
Yeoman T.	57

Z

Zakharenkova I.E.	49, 50, 51
Zavadskaya T.S.	75
Zelenyi L.M.	25, 27
Zelinsky N.R.	35
Zhang T.L.	25
Zolotova N.V.	43