

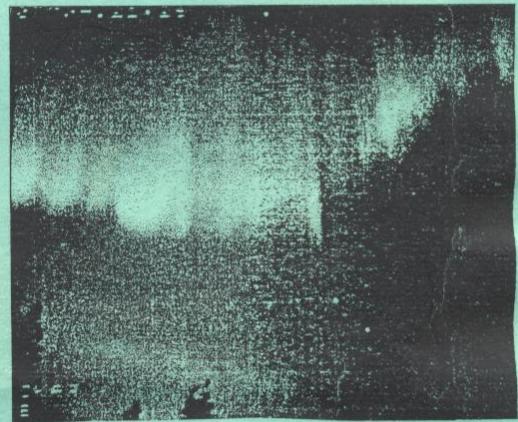
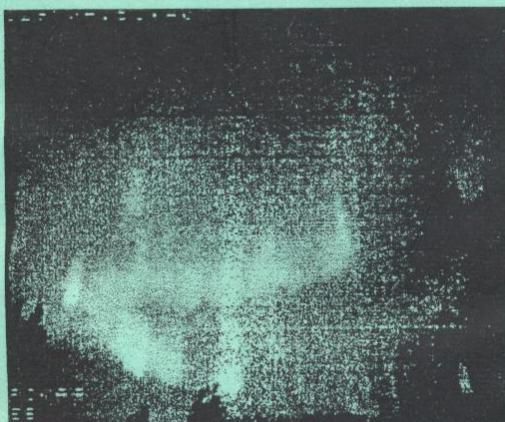
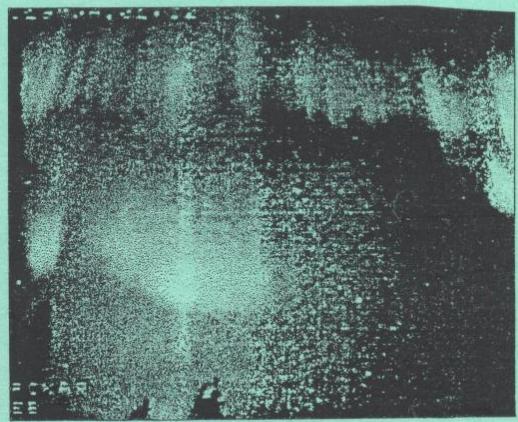
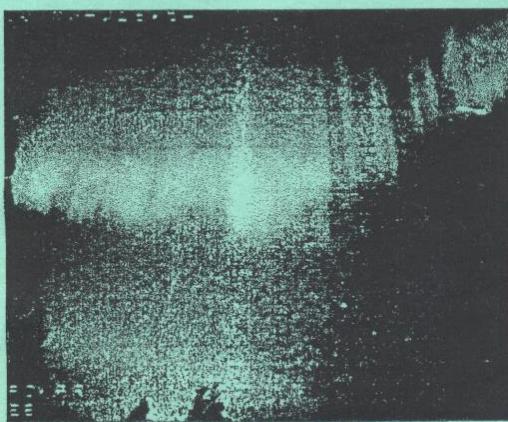
*Российская Академия Наук*

Препринт ПГИ 95-01-98

## **ФИЗИКА АВРОРАЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ**

XVIII ежегодный Апатитский семинар  
28 февраля - 3 марта 1995 г.

Тезисы докладов



Апатиты  
1995

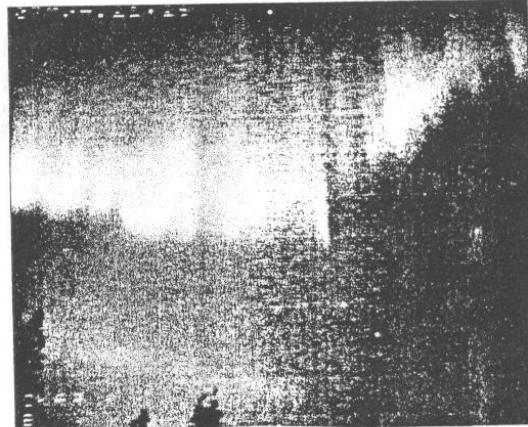
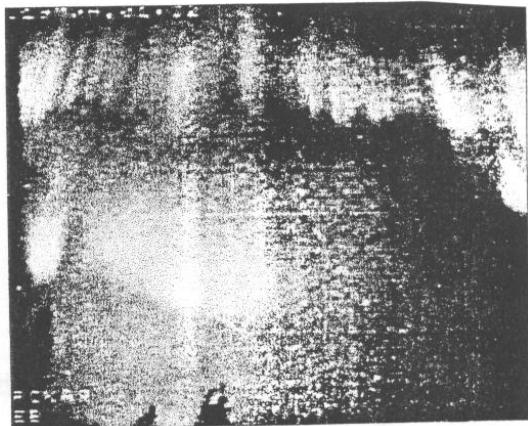
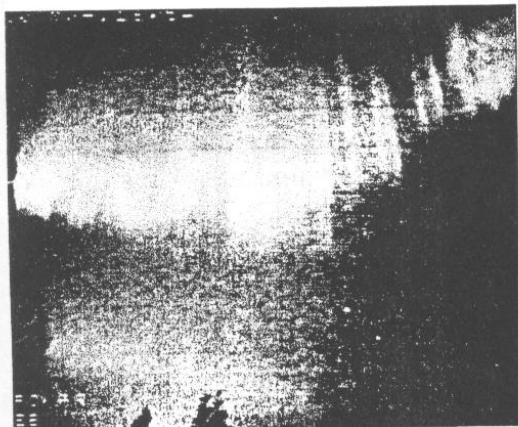
*Российская Академия Наук*

Препринт ПГИ 95-01-98

## ФИЗИКА АВРОРАЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ

XVIII ежегодный Апатитский семинар  
28 февраля - 3 марта 1995 г.

Тезисы докладов



Апатиты  
1995

**Проведение семинара и издание сборника тезисов поддержано  
Российским фондом фундаментальных исследований,  
грант 95-05-16876**

Ежегодный Апатитский семинар "*Физика ауроральных явлений*"  
проводится Полярным геофизическим институтом КНЦ РАН.

Адрес:

**Апатитское отделение ПГИ  
184200 г.Апатиты  
Мурманская обл.  
ул. Ферсмана 14**

**Мурманское отделение ПГИ  
183010 г.Мурманск  
ул. Халтурина 15**

Организационный комитет семинара:

д.ф.-м.н. Ю.П.Мальцев  
к.ф.-м.н. А.Г.Яхнин  
к.ф.-м.н. Б.В.Козелов

Российская Академия Наук  
КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
Полярный геофизический институт

Препринт ПГИ 95-01-98

## **ФИЗИКА АВРОРАЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ**

XVIII ежегодный Апатитский семинар

28 февраля - 3 марта 1995 г.

**Тезисы докладов**

Апатиты  
1995

# СОДЕРЖАНИЕ

## РАЗДЕЛ 1: Суббури

A.P. Kropotkin and V.I. Domrin	
Ion dynamics and induced reconnection in a thin plasma sheet during substorm	10
П.Ф.Крымский, П.Д.Решетников	
Суббурия как следствие генерации токов Каулинга в магнитосфере	10
В.А.Величко, М.Г.Гельберг, Г.В.Борисов	
Пространственно-временное распределение яркости фонового свечения в ночной авроральной зоне в течение предварительной фазы суббури	10
И.Б. Иевенко.	
Пульсирующие высыпания частиц в области SAR-дуги вследствие суббури	11
В.А.Шафтан, И.Н.Васильев	
Продольные токи в начале активной фазы суббури	11
И.Б.Иевенко.	
Исследование связи экваториального расширения диффузного сияния с положением SAR-дуги в период суббури	12
В.А. Величко, Г.В.Борисов, М.Г.Гельберг	
Оценка времени начала предварительной фазы магнитосферной суббури по результатам фотометрических измерений фонового свечения в ночной авроральной зоне	12
К.Юмoto, С.И.Соловьев, Н.Е.Молочушкин, Д.Г.Баишев, А.В.Соболев, А.А.Федоров	
Широтное распределение пульсаций Pi2 и их связь с процессами урчения авроральной дуги в начале суббури по наблюдениям на 210 магнитном меридиане	13
Л.И. Вагина	
Долготная локализация очага взрыва петли SCW	13
V.A.Sergeev, M.V. Kubishkina, L.I.Vagina	
Particle Acceleration and Magnetospheric Reconfiguration at Substorm Onset seen at low-altitudes	14
М.Г.Гельберг, В.А. Величко	
Предварительная фаза магнитосферной суббури	14
Г.В. Борисов, В.А. Величко	
Методика обработки данных фотометрических наблюдений полярных сияний на предварительной фазе суббури	15
С.А. Голышев, А.Е.Левитин	
Новая токовая система, обеспечивающая переход системы DP2 в DP1	15
V.Safargaleev, T.Turunen, W.Lyatsky, Y.Manninen, A.Kozlovsky	
Prebreakup Events in Auroras and EISCAT Radar Data.	16
В.В.Клименко, О.И.Платонов	
Структура и характеристики высыпаний на восточном фронте расширяющейся области аврорального брейкапа	16

М.А. Волков, А.А. Намгаладзе Модельные расчеты продольных токов и электрических полей во время взрывной фазы суббури	17
V.A. Sergeev Some Recent Findings Concerning Substorms	18
Л.И.Вагина, В.А.Сергеев Динамика Биркеландовской токовой петли (SCW) в суббурях разных типов	18
А.Л.Котиков, Е.М.Шишкина Тонкая структура продольных токов в полуночном секторе авроральной зоны во время суббури.	19
<b>РАЗДЕЛ 2: Магнитосфера</b>	
А.Г.Демехов, А.Графе, В.Ю.Трахтенгерц, П.А.Беспалов Релаксация кольцевого тока и формирование трехмерных токовых систем, обусловленных высыпаниями энергичных ионов	21
Е.Е.Антонова, Н.Ю.Ганюшкина Авроральные процессы и система координат для их описания	21
Е.Е.Антонова, Н.Ю.Ганюшкина Магнитостатическое равновесие в магнитосфере и процессы формирования токовых структур	22
С.Н. Кузнецов, А.В. Суворова Эмпирическая модель дневной магнитопаузы и динамика внешних областей магнитосферы в связи с условиями в межпланетной среде	22
С.Н. Кузнецов, А.В. Суворова Определение численных значений свободных параметров в уравнении баланса давлений солнечного ветра и геомагнитного поля на дневной магнитопаузе	23
А.Е.Степанов, И.Я.Плотников, В.Л.Халипов. Динамика ионосферного пятна дневного каспа в связи с изменениями скорости солнечного ветра и геомагнитной активности	23
А.М.Андреев Оценка минимальных масштабов токов, наблюдаемых при наземных измерениях	24
М.Г.Гельберг Стабилизация модифицированной двухпотоковой неустойчивости (МДН) компонентой магнитного поля, нормальной к токовому слою	24
E.V.Voronov and S.V.Fridman Magnetotail Plasma Versus the Large-Scale Electric Field	24
Т. Козелова, А. Мельников Провалы потоков энергичных частиц на геостационарной орбите в утренние часы	25
И.И. Большев Об условиях появления тонких токовых слоев в окрестности геостационарной орбиты	25

A.A.Arykov, Yu.P.Maltsev Function of Injection to Magnetospheric Storm-Time Currents	26
---	----

Yu.P. Maltsev Electric field induced in the magnetosphere during strengthening of the solar wind pressure	27
--	----

A.A.Ostapenko, Yu.P.Maltsev, M.V.Malkov Dst and p-dependent model of magnetic field in the equatorial plane of the inner magnetosphere	28
---	----

### **РАЗДЕЛ 3: Полярные сияния, корпускулярные вторжения**

C.Н.Самсонов, В.Д.Соколов Структура и динамика областей риометрического поглощения в годы с различным уровнем солнечной активности	30
---	----

B.Р.Тагиров, В.С.Исмагилов, В.А.Аринин Тонкая времененная структура пульсирующих авроральных пятен и сопутствующих ОНЧ-излучений	30
---	----

Л. С. Евлашин Красные дуги, определяемые излучением атомарного кислорода [OI] 6300-6364 Å	30
--	----

V.A.Arinin, V.S.Ismagilov, V.R.Tagirov Processing of auroral TV images	31
---	----

Н.Н.Богданов, В.А.Галахов Оптические наблюдения на ст.Ловозеро	31
---	----

Ю.В.Платов, А.М.Пындык, Н.И.Улицкий, С.А.Черноус Многоцелевой портативный цифровой спектрограф	32
---	----

Э.В.Вашенюк, В.С.Смирнов, В.С.Исмагилов, В.Р.Тагиров Наблюдение коррелированных вариаций в космических лучах, геомагнитном поле и ММП во время крупного солнечно-земного возмущения 19-21 октября 1989 г.	32
--	----

A.G. Yahnin, I.V.Despirak, T.V.Miroshnikova, V.A.Sergeev Conjugancy of the high latitude $>30$ keV proton precipitation and their relation to the polar cap auroral arcs	33
---	----

A.G. Yahnin Isotropy Boundary of the Energetic Particle Precipitation and the Aurora	33
---	----

Г. Р. Биккузина О механизме формирования околополуденных изотропных высыпаний энергичных протонов	34
--	----

E.E.Timofeev, V.A.Sergeev Systematics of the Auroral Electron Precipitation Structures Relatively to the Energetic Electron Isotropic Precipitation.	34
---	----

В. В. Клименко Радиолокационный поперечник дуги полярного сияния в декаметровом диапазоне длин волн	35
--	----

## РАЗДЕЛ 4: Волны

Р.А. Рахматулин, В.Д.Урбанович Сонографический анализ динамических спектров авроральных Pi2 пульсаций	37
Р.А. Рахматулин, В.А. Пархомов Исследование дневных Pi2 пульсаций, наблюдаемых в средних широтах	37
M.Goncharova, J.Manninen, A.Oikarinen, J.kangas, and T.Turunen Whistler-triggered emissions observed at high latitudes (L=6)	37
К. Юмото, Д.Г.Баишев, С.И.Соловьев, Е.С.Баркова Модуляция геомагнитных пульсаций Pc1-2, КУП волнами Pc5 по данным цепочки станций 195 и 210 магнитных меридианов	38
E.Belova, W.Lyatsky, A.Pashin and E.Pchelkina Polarization of Artificial Magnetic Pulsations on the Ground	38
О.А. Мальцева Использование глобальных моделей магнитного поля для изучения распространения УНЧ волн	39
М. Гончарова, В.Ляцкий О частотной модуляции ОНЧ-излучения в магнитосфере	39
A.Pashin, T.Bosinger, P.Pollari, J.Kangas, M.Rietveld Some Peculiarities of Artificial Magnetic Pulsation Generation During Finnish EISCAT-HEATING Experiment in November 1993	40
А.В.Волосевич, Ю.И.Гальперин Нелинейные стационарные волны в ионосферной и магнитосферной плазме	40
Д.В.Благовещенский, К.А.Добросельский Магнитно-ионосферные условия во время явлений гидрирования средних волн в магнитосфере	41
О.А. Мальцева, Е. Е. Титова Распространение узкополосных КНЧ излучений в авроральной ионосфере	41

## РАЗДЕЛ 5: Ионосфера

A.A. Namgaladze, O.V.Martynenko, A.N.Namgaladze A new version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere for studies of polar phenomena	43
В.М.Игнатьев, В.А. Югов, С.В.Николашкин Связь температуры нижней термосферы с солнечной активностью в зависимости от фазы QBO	44
В.С.Мингалев, Г.И.Мингалева Механизм образования "пятен" и "капель" ионизации в дневном высокоширотном слое F ионосферы	44

Г.И.Мингалева, В.С.Мингалев Математическая модель полярной и субавроральной ионосферы	45
Р.Ю.Лукьянова Численное решение задачи о глобальном распределении электрического потенциала в ионосфере Земли	45
С.В.Леонтьев, А.А.Намгаладзе, А.Н.Намгаладзе Термосферные ветры к полюсу и к экватору от зоны высыпаний: наблюдения и моделирование	46
В.А.Шафтан, С.В.Антипин Измерение высоты и ракурсной чувствительности радиосияний для определения типов плазменных неустойчивостей, ответственных за их возникновение	47
В. В. Васьков Возбуждение НЧ-волн во внешней ионосфере пучками ускоренных электронов	47
А.Е. Козловский, Т. Турунен, В.Б.Ляцкий, Ю. Маннинен, В.В.Сафаргалеев Противофазное поведение электронной температуры в Е и F слоях ионосферы при сильном электрическом поле	48
Г.А. Петрова, В.А. Власков, Е. Турунен Ионный состав О-области ионосферы в случаях высыпания протонов солнечных космических лучей	48
B.V.Kozelov, V.E.Ivanov, D.T.Decker, B.Basu, J.R.Jasperse Proton-Hydrogen Atom Transport in the Atmosphere: A Comparison of Calculational Techniques	49
Л.В. Егорова Взаимосвязь квазидвухлетних осциляций (КДО) в параметрах слоя Es и в метеохарактеристиках нейтральной атмосферы	49
Н.Ф. Благовещенская, О. В. Колосов Волновые явления в ионосфере по данным доплеровского наклонного зондирования в активных экспериментах	50
S.M.Chernyakov, N.V.Shulgina Some peculiarities of high-latitude ionosphere during spring equinox	50
Д.В. Благовещенский, Т.Д. Борисова О возможности мониторинга главного ионосферного провала на системе ВЧ радиотрасс во время суббурь	51
В. К. Ролдугин, А.П.Осенян и Ш.Кирквуд Вклад электрон-ионных соударений в авроральное поглощение радиоволн	51

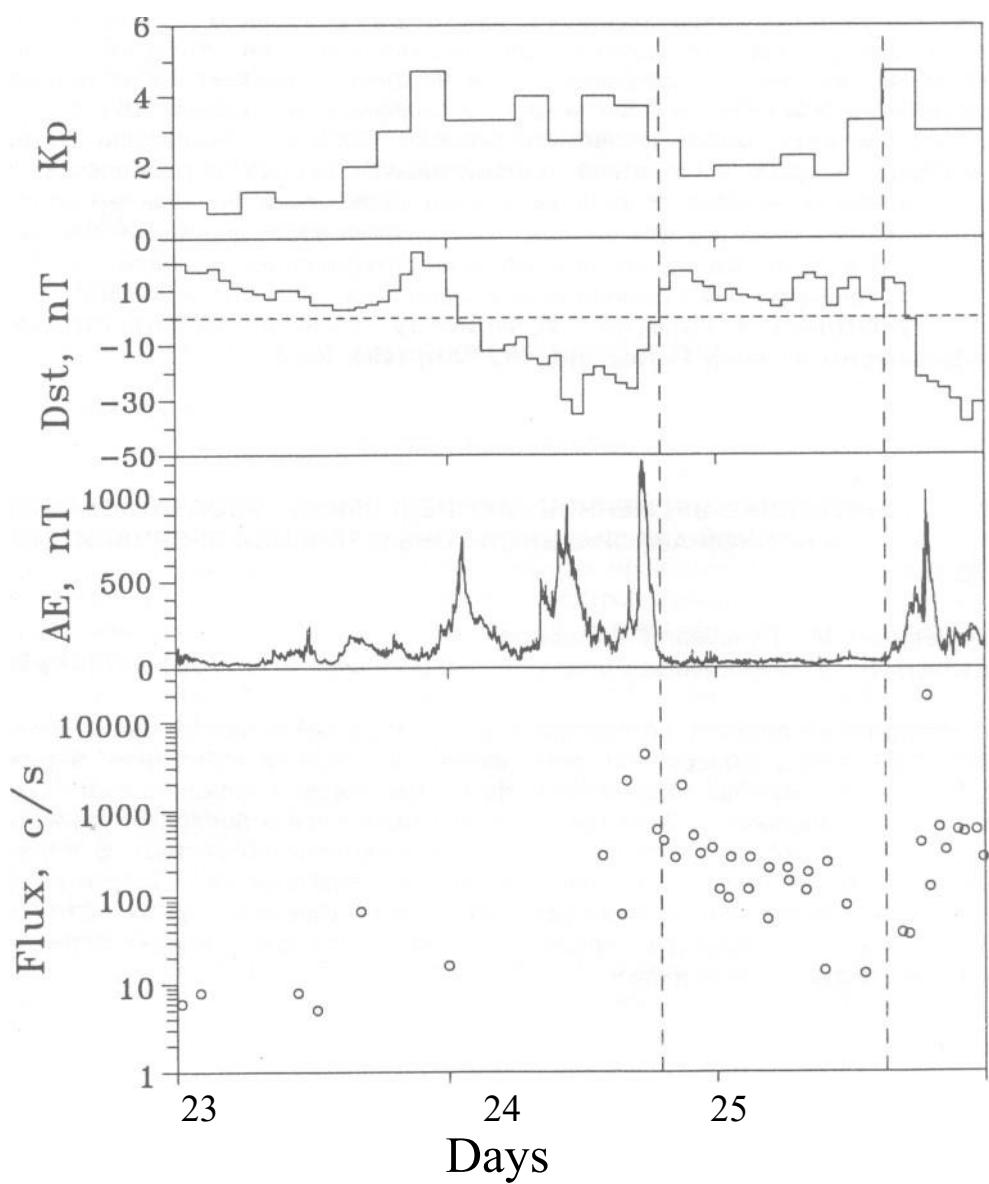
## РАЗДЕЛ 6: Озон, аэрозоли, атмосфера

Ю.Ю.Куликов, Л.П.Боровков, И.В.Кузнецов, А.Б.Мазур, В.И.Носов, В.Г.Рыскин, Е.В.Суворов, Г. Витт, Б. Густавссон, А. Нистрем, А.Стин Синхронные микроволновые наблюдения стратосферного озона в авроральной зоне	53
---	----

П.Ф.Крымский		
Возможный механизм влияния межпланетной среды на климат и палеоклимат	54	
В.Ф.Ларин, М.И.Белоглазов, А.Н.Васильев, С.А.Румянцев		
Некоторые результаты измерений приземного озона на Кольском полуострове	54	
V.R.Tagirov, V.A.Arinin		
Optical emission in the atmosphere caused by rocket launch	55	
В. С. Белоголов		
К вопросу о мониторинге за общим содержанием атмосферного озона	55	
В. С. Белоголов		
Общее содержание атмосферного озона в Мурманске и Арктическом регионе	56	
В. С. Белоголов		
О состоянии и изменении общего содержания атмосферного озона в Мурманске и Арктическом регионе	56	
В.В.Клименко		
Инструментальные наблюдения в Норильске атмосферных эффектов		
вывода на орбиту спутника "КОСМОС-1715"	57	
V.C. Roldugin and K. Henriksen		
Horizontal and vertical movements in the ozone layer	57	
В.В.Клименко		
Мезосферный заряженный аэрозоль как источник нетеплового радиошума	57	
<i>Список авторов</i>		
		58

# СУББУРЯ

January, 1991



## ION DYNAMICS AND INDUCED RECONNECTION IN A THIN PLASMA SHEET DURING SUBSTORM

A.P.Kropotkin and V.I.Domrin (*Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow, 119899, Russia*)

In collisionless plasma, instead of a pair of shocks which are responsible for a fast reconnection in MHD models of Petscheck type, a single thin kinetic current sheet (CS) is formed. A full analytical theory of such a CS is presented. The electromagnetic energy in the sheet gets transform into energy of accelerated ion flows penetrating the background plasma outside CS. Burst of magnetic reconnection described by proposed model, allows to interpret the main features of the magnetic variations during substorm activation events.

## СУББУРИЯ КАК СЛЕДСТВИЕ ГЕНЕРАЦИИ ТОКОВ КАУЛИНГА В МАГНИТОСФЕРЕ

П.Ф.Крымский, П.Д.Решетников (*ИКФИА СО РАН, Якутск 677891, пр. Ленина, 31*)

Поляризация токов Холла создает ток Каулинга в плазменном слое хвоста магнитосферы [1]. Ионосфера является шунтом для плазменного слоя. Во время равноденствия в спокойных условиях сопротивление ионосферы больше сопротивления Каулинга плазменного слоя. Увеличение мощности генераторов на флангах слоя усиливает ток Каулинга и накапливает магнитную энергию. Суббурия - взрывной переброс тока в ионосферу создается обратной положительной связью определяемой увеличением ионосферной проводимости из-за высыпания частиц и закорачиванием поляризационного электрического поля [2]. Оценки дают для энергии возмущения  $10^{22}$  эрг. Этот механизм может генерировать изолированные суббури преимущественно в периоды равнодействия.

1. Крымский П.Ф. Геомагнетизм и аэрономия. 1991. Т.31, С.542, 587.
2. Козлов В.И., Крымский П.Ф. Физические основания прогноза катастрофических геофизических явлений. Якутск. ЯНЦ СО РАН, 1993. 164С.

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЯРКОСТИ ФОНОВОГО СВЕЧЕНИЯ В НОЧНОЙ АВРОРМЬНОЙ ЗОНЕ В ТЕЧЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ФАЗЫ СУББУРИ

В.А. Величко, М.Г.Гельберг, Г.В.Борисов

(*Институт космофизических исследований и аэрономии СО РАН, 677891 г. Якутск*)

По результатам анализа фотометрических наблюдений фонового свечения в экспедициях 1976, 79, 91 годов обнаружена регулярная широтная и долготная вариации яркости свечения в течение предварительной фазы. Восточнее и западнее очага суббури на всех широтах авроральной зоны, а также на экваториальной и полярной границах диффузных высыпаний на долготах очага яркость фона монотонно возрастает. В области будущего очага суббури интенсивность фонового свечения повышается в начале предварительной фазы с последующим понижением до начала взрывной фазы. Это означает, что локализация очага суббури определяется не в последний момент перед взрывом, а в течение предварительной фазы.

## ПУЛЬСИРУЮЩИЕ ВЫСЫПАНИЯ ЧАСТИЦ В ОБЛАСТИ SAR-ДУГИ ВСЛЕДСТВИЕ СУББУРИ

И. Б. Иевенко (*Институт космофизических исследований и аэрономии СО РАН, 677891 Якутск, пр. Ленина 31*)

Представлены результаты наземных фотометрических исследований положения области пульсирующих высыпаний частиц относительно диффузной авроральной зоны и SAR-дуги на фазе восстановления суббури (Геомагн. и аэроном. 1993. т.33, N5, с.42-57). Выявлено две ситуации в наблюдении соответствующих пульсаций интенсивности молекулярных полос 391,4 и 427,8 нм в широтном интервале 4 градуса на меридиане Якутска (56,5N; 199E, геом.) при Кр=3-5. На основании проведенного анализа экспериментальных данных полагается:

1. Случаи регистрации пульсаций свечения только на широтах проекции SAR-дуги экваториальнее диффузной зоны указывают на возникновение пульсирующих потоков частиц в области плазмосферы, которая имеет в этой ситуации резкую границу (плазмопаузу).

2. Ситуация с синхронными пульсациями в диффузном авроральном свечении и в окрестности SAR-дуги (в широтном интервале 4 градуса) вероятнее всего связана с размытостью внешней плазмосферы и перекрытием ее с горячей магнитосферной плазмой (плазмослоем).

3. Результаты наблюдений могут свидетельствовать о существовании процесса быстрого накопления энергичных частиц кольцевого тока во внешней плазмосфере с последующей генерацией пульсирующих высыпаний в области холодной плазмы.

4. Реализованный метод регистрации пульсаций свечения в совокупности с наблюдениями SAR-дуги и диффузной зоны дает возможность проводить наземную диагностику структуры внешней плазмосферы и ее заселенности энергичными частицами.

## ПРОДОЛЬНЫЕ ТОКИ В НАЧАЛЕ АКТИВНОЙ ФАЗЫ СУББУРИ

В.А.Шафтан, И.Н.Васильев  
(*Институт космофизических исследований и аэрономии СО РАН, 677891 г.Якутск*)

На основании ранее выполненных работ, устанавливавших соответствие радиосияний различных типов различным пространственно-временным фазам суббури (суббуровой интенсификации), проведены исследования первых проявлений ее взрывной фазы на высотах ионосферы. Использовано высокое пространственно-временное разрешение радиолокационных станций недоступное ни одному другому виду наземных геофизических наблюдений.

Показано, что в первый момент активной фазы суббури появляются мелкомасштабные продольные токи в ограниченной области. Пространственные масштабы этой области на высоте ионосферы менее 100 км, а положение чуть полярнее разрыва Харанга, в области западного электроджета. Эти мелкомасштабные токовые струи наблюдаются всегда в области западного электроджета, хотя за единиц минут до их появления в этой области может течь восточный электроджет. Пространственный масштаб отдельной струи продольного тока менее 20 км, а время жизни менее 20 с. По литературным данным, эти токи могут появляться за несколько секунд до брейкапа в полярных сияниях.

Граница области занятой мелкомасштабными продольными токами расширяется вдоль параллели, с убывающей от 20-30 км/с до нескольких км/с скоростью, в конце фазы взрыва.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ ЭКВАТОРИАЛЬНОГО РАСШИРЕНИЯ ДИФФУЗНОГО СИЯНИЯ С ПОЛОЖЕНИЕМ SAR-ДУГИ В ПЕРИОД СУББУРИ

И. Б. Иевенко (*Институт космофизических исследований и аэрономии СО РАН, 677891 Якутск, пр. Ленина 31*)

Исследуются закономерности в широтной динамике диффузного сияния и SAR-дуги во время суббури по данным наземных фотометрических наблюдений на меридиане Якутска (56,5 N; 199 E, геом.). Выявлены следующие особенности в динамике свечения при значениях  $K_p=3-5$ :

1. Экваториальное расширение уярчающейся диффузной зоны на фазах роста и расширения относительно слабых суббури ограничивается SAR-дугой, которая в это время также уярчается с незначительным смещением в экваториальном направлении (Геом. и аэроном. 1993. Т.33, N5, с. 42-57).

2. Более интенсивная и продолжительная суббуровая активность может вызвать движение уярчающейся SAR-дуги к экватору с удалением от границы диффузного сияния в эмиссиях 427,8 и 557,7 нм на несколько градусов широты. Экваториальное расширение диффузной зоны в этих случаях ограничивается новой областью усиления эмиссии 630,0 нм, иногда, в виде второй SAR-дуги. Это явление наблюдается чаще в послеполуночном секторе MLT.

Полагается, что реализация этих ситуаций в динамике свечения связана со степенью перекрытия областей конвекции и коротации - степенью воздействия электрического поля конвекции на внешнюю плазмосферу при резком увеличении магнитосферной активности. В первом случае этот эффект мал. Во втором - вероятнее всего происходит процесс быстрого (в течение 1-3 часов) изменения радиального распределения холодной плазмы с образованием дополнительного градиента плотности внутри плазмосферы, что отображается в движении SAR-дуги к экватору. При этом диффузное сияние ограничивается проекцией плазмопаузы до начала суббури (остаточной плазмопаузой), положение которой остается неизменным в течение нескольких часов и обычно отображается дополнительным увеличением эмиссии 630,0 нм.

## ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ НАЧАЛА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ФАЗЫ МАГНИТОСФЕРНОЙ СУББУРИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ФОНОВОГО СВЕЧЕНИЯ В НОЧНОЙ АВРОРАЛЬНОЙ ЗОНЕ

В.А.Величко, Г.В. Борисов, М.Г.Гельберг

(*Институт космофизических исследований и аэрономии СО РАН, 677891 г. Якутск*)

Время начала предварительной фазы суббури  $T$ , определенное по данным мировой сети магнитных станций и авроральным геомагнитным индексам, сопоставлялось с моментом усиления яркости фонового свечения ночной авроральной ионосферы. Показано, что на долготах очага суббури на широте 70 град. и более эти времена совпадают с точностью не хуже погрешности определения  $T$  по геомагнитным данным. На широтах менее 65 град. наблюдалось запаздывание начала усиления яркости фона, нарастающее с приближением к более низким широтам.

## ШИРОТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПУЛЬСАЦИЙ Pi2 И ИХ СВЯЗЬ С ПРОЦЕССАМИ УЯРЧЕНИЯ АВРОРАЛЬНОЙ ДУГИ В НАЧАЛЕ СУББУРИ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА 210 МАГНИТНОМ МЕРИДИАНЕ

К.Юмoto (*Университет г.Нагоя*), С.И.Соловьев, Н.Е. Молочушкин, Д. Г. Башев, А.В.Соболев, А.А.Федоров (*ИКФИА СО РАН, г.Якутск*)

Приведены результаты анализа распределения амплитуды и фазы для ~20 всплесков Pi2 в сентябре-октябре 1992 г. Исследовались события, имеющие подобные частотные спектры в диапазоне ~40-100 с и коэффициент когерентности более 0,5 для Н компоненты Pi2. Показано, что амплитуда Н компоненты почти не меняется в диапазоне широт ~10-50 град. и возрастает на порядок в авроральной зоне ( $\Phi' \sim 65$  град.), опережая по фазе низкоширотные Pi2 на ~150 град. Амплитуда D компоненты возрастает (по экспоненте) с ростом широты и не показывает закономерных фазовых различий. На станциях южного и северного полушарий Н компонента низкоширотных Pi2 колеблется в фазе, а D компонента - в противофазе.

Используя TV наблюдения полярных сияний в Тикси получено, что высокоширотные Pi2 сопровождаются уярчением дуг с движением градиента яркости преимущественно на восток, формированием волн свечения с масштабами ~100-200 км и их распространением вдоль дуги со скоростью несколько км/с. Амплитуда высокоширотных Pi2 резко возрастает, когда уярчающаяся дуга находится вблизи зенита станции наблюдения. Период колебаний Pi2 совпадает с периодом волнообразных колебаний дуги, определяемым как отношение длины волны к скорости ее распространения. Фазовая скорость распространения Pi2 совпадает по направлению с движением градиента яркости дуги и на порядок превышает скорости волн свечения, которые могут распространяться в противоположном направлении по сравнению с Pi2. Отношение амплитуд низкоширотных Pi2 к высокоширотным возрастает когда уярчающаяся дуга или граница свечения находится на  $\Phi' < 60-62$  град.

Предполагается, что возбуждение высокоширотных Pi2 вызваны параметрическим усилением поверхностных волн дуги сияний из-за резкого роста в ней ионосферной проводимости. Источником Н-компоненты низкоширотных Pi2 являются резонансные колебания плазмосферной полости, которые усиливаются во время интенсивных высыпаний частиц на широтах плазмопаузы. В D-компоненту Pi2, по-видимому, заметный вклад вносят продольные токи высокоширотных пульсаций.

## ДОЛГОТНАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ ОЧАГА ВЗРЫВА ПЕТЛИ SCW

Л.И.Вагина (*Институт физики СПбГУ, Ульяновская д. 1, С.Петербург 198904*)

В процессе исследования 35 суббури разных интенсивностей по наземным и спутниковым данным с использованием метода инверсии магнитограмм среднеширотных станций получены следующие результаты: (1) начальный долготный размер петли SCW оказался в пределах 1.1 - 5.5 часов MLT и центр петли находится в полночь. Для интенсивных суббури ( $> 1$  мл А) центр петли SCW сдвинут к вечеру, для слабых ( $< 0.5$ ) - к утру. (2) Долготные размеры петли по наземным и спутниковым данным совпадают с точностью разрешения данных ( $< 0.5$  часов MLT)

## PARTICLE ACCELERATION AND MAGNETOSPHERIC RECONFIGURATION AT SUBSTORM ONSET SEEN AT LOW-ALTITUDES

V.A.Sergeev, M.V.Kubishkina, L.I.Vagina  
(Inst.of Physics, Univ.of St.Petersburg, St.Petersburg 198904, Russia)

On August 12, 1979 two polar spacecraft TIROS and NOAA6 passed through the same area of substorm initiation, correspondingly,  $\sim 10$  min before and several minutes after the substorm onset. The relative changes of auroral (0.3-20 keV) and energetic (30-300 keV) particle fluxes indicated a very strong particle energization and increased precipitation at the substorm onset during this moderate (AL  $\sim 300$  nT) substorm event. Based on the variations of Energetic Particle (EP) flux and anisotropy (ratio of precipitated to trapped particle flux), and by invoking the mechanism of particle scattering in the current sheet, we discuss the possible magnetospheric origin of several distinct EP precipitation regions observed at the substorm onset. The major acceleration/precipitation region in the center of auroral zone (EP flux increased by a factor 100-1000 at energies up to 300 keV) was associated with the major dipolarization region in the magnetosphere. Its sharp outer boundary contacted with the sharp current sheet, together they formed an Y-type magnetic configuration. Detached weak precipitation region was detected at the low latitude side of the break-up, which could be the low-altitude image of innermost injection boundary of energetic particles.

This research has been supported by the grant NTW000 from the International Science Foundation.

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ФАЗА МАГНИТОСФЕРНОЙ СУББУРИ

М.Г.Гельберг, В.А.Величко  
(Институт космофизических исследований и аэрономии СО РАН, 677891 г.Якутск)

Рассмотрен следующий сценарий развития процессов на предварительной фазе суббури, начавшейся после магнитоспокойного периода: Поток ионосферных ионов из каспа, усилившийся после начала пересоединения на дневной стороне, образует вблизи полуночного меридиана узкую по долготе полосу анизотропного давления и тока кривизны с линейной плотностью 60-90 мА/м. Полоса поляризуется и ток кривизны замыкается через ионосферу продольными токами, текущими из ионосферы с утренней стороны относительно полосы и в ионосферу с вечерней, как токи зоны II. Однако, в отличии от зоны II, расстояние по долготе между центрами втекающих и вытекающих токов порядка 30-40 град. Центр поперечного ионосферного тока этой петли предварительной фазы расположен ближе к полюсу относительно центров токовых слоев зоны II.

Образование токовой петли предварительной фазы - основная причина реконфигурации магнитного поля и утоньшение плазменного слоя в ближней части хвоста магнитосферы. Вертикальная компонента магнитного поля продольных токов петли между втекающим и вытекающим токами отрицательна и по абсолютной величине в несколько раз больше возмущения магнитного поля током кривизны. Перед брейкапом магнитное поле петли предварительной фазы вызывает обращение вертикальной компоненты поля на расстояниях 7-10 земных радиусов. Появляются X и O точки. На фазе взрыва ток петли предварительной фазы уменьшается, петля расширяется, центры поперечных токов смещаются в хвост ( на экваторе магнитосферы ) и к полюсу ( в ионосфере ).

## МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЙ НА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ФАЗЕ СУББУРЬ

Г.В.Борисов, В.А.Величко

(Институт космофизических исследований и аэрономии СО РАН, 677891 г.Якутск)

Метод сводится к получению набора временных функций изменений яркости аврорального фонового свечения для различных областей относительно экваториальной дуги. Области определялись по таблицам широтно-временных полей значений поверхностной яркости, представляющих собой аналоги известных диаграмм распределений светимости сияний в виде изолиний. С целью разделения временных и пространственных вариаций яркости фона применялось два подхода, отличающиеся друг от друга выбранной системой координат для построения семейств графических зависимостей изменений интенсивности от времени. Если в первом подходе использовалась общезвестная система координат - широта-время-интенсивность, то во втором были получены графики в системе дрейфующих к экватору дискретных форм. В первом случае для построения кривых зависимостей на диаграммах выбирались области 1 град. по широте и с шагом 1 град. от северного горизонта до южного. Для второй системы, в которой текущей точкой отсчета служила дрейфующая дуга, выбирались области с аналогичными параметрами, что и для первого случая, но сама область повторяла ход дискретных форм, т.е. широта в текущем времени менялась в зависимости от положения дуги сияний. Временное разрешение определялось частотой сканирования небосвода, в нашем случае сканирование осуществлялось через 2,5 мин. При сравнении графиков полученных для двух систем координат было обнаружено, что кривые, построенные в системе дрейфующих дискретных форм к низким широтам однозначно выделяют типичные свойства вариаций яркости фона на предварительной фазе суббури во всех случаях, что нельзя сказать о зависимостях полученных в системе постоянных широт.

## НОВАЯ ТОКОВАЯ СИСТЕМА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ПЕРЕХОД СИСТЕМЫ DP2 В DP1

С.А.Голышев, А.Е.Левитин (ИЗМИРАН)

На основе минутных геомагнитных данных проведено восстановление магнитосферно-ионосферной токовой системы на отдельные моменты суббури в магнитном поле. Путем вычитания из токовой системы DP1 (момент максимума магнитного возмущения) токовой системы DP2 (момент значительного усиления двухвихревой конвекции за счет  $Bz < 0$  ММП) получена токовая система, близкая по форме к системе DP2, но с обратным направлением конвекции в вихрях.

Физический смысл новой (полученной с помощью математического моделирования) токовой системы состоит в следующем. Механизм усиления конвекции магнитосферной плазмы обладает отрицательной обратной связью: на определенном этапе усиления конвекции возникает конвекция с обратным направлением движения плазмы или за счет индукционного электрического поля, или за счет "вязкого взаимодействия", или за счет конечной пропускной способности участка разворота конвекционного потока на дневной стороне магнитосферы.

Новая токовая система, обеспечивающая переход системы конвекции DP2 в DP1, не требует гипотезы о разрыве токов в хвосте магнитосферы и объясняет эффект насыщения роста разности потенциалов через полярную шапку. Включив эту токовую систему в схему развития суббури по Kan, Akasofu et al. (Magnetosphere - Ionosphere Coupling Theory of Substorms), можно построить сценарий суббури без развития "драматических" явлений в хвосте магнитосферы.

## PREBREAKUP EVENTS IN AURORAS AND EISCAT RADAR DATA.

V.Safargaleev<sup>1</sup>, T.Turunen<sup>2</sup>, W. Lyatsky<sup>1</sup>, Y. Manninen<sup>3</sup>, A.Kozlovsky<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Polar Geophysical Institute, 184200 Apatity, Russia*

<sup>2</sup>*Geophysical Observatory, FIN-99600 Sodankyla, Finland*

<sup>3</sup>*University of Oulu, FIN-90570 Oulu, Finland*

The results of coordinate EISCAT and TV camera observations of the prebreakup events on 15 November 1993 are discussed. Three interesting geophysical events might be studied with the EISCAT radar and TV camera during the period under consideration: pseudobreakup; plasma depletion on the polar edge of the southward drifting aurora arc and westward traveling surge. It was found that the short-time brightening of the weak zenith arc (pseudobreakup) was accompanied by the fading of the equatorial arc and, vice versa, the fading and disappearance of the zenith arc was accompanied by the equatorial arc intensification. The plasma cavity in the E region of ionosphere was detected by EISCAT radar on the poleward edge of the zenith arc after its passing through the radar viewpoint. The plasma depletion was associated with the enhancement of ion (at the altitudes of 150-200 km) and some elevation of electron (in E region) temperatures. Although the temperatures enhancement takes place on the both edges of the arc, the plasma cavity was observed only on the poleward edge. We estimate the width of the cavity to be about 40 km. During the interval of the cavity observation the electric field in the E-region was extremely large (approximately 150 mV/m). It was observed also the significant increase of ion and electron temperatures one or two minutes before the arrival of westward travelling surge to the radar viewpoint. We interpret this as the existence of extended area of enhanced electric field ahead the WTS.

## СТРУКТУРА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСЫПАНИЙ НА ВОСТОЧНОМ ФРОНТЕ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ОБЛАСТИ АВРОРМЬНОГО БРЕЙКАПА

В.В.Клименко, О.И.Платонов

(Институт солнечно-земной физики СО РАН, Норильская КМИС, Норильск-17, а/я 796)

На основе опубликованных авроральных картин со спутника "Викинг", данных бортовых измерений потоков электронов на геостационарной орбите, а также данных наземной сети риометров исследованы характеристики высыпаний на восточном краю области брейкапа во время двух последовательных суббурь в период 18-21 UT 1.04.86 г.

Пространственная структура высыпаний высокогенергичных электронов, вызывающих авроральное поглощение, получена в результате решения обратной задачи для меридиональной цепочки риометров и гауссовского профиля области поглощения. Установлено, что область инжекции электронов, имеющих характеристическую "экспоненциальную" энергию 20 кэВ совпадает с клинообразной областью интенсивной авроры, движущейся на восток. Максимум потока высыпающихся высокогенергичных электронов проецируется на внутреннюю часть "клина". Скорость восточной экспансии области брейкапа, равно как и западной, примерно 2.3 км/с, что при угле наклона фронта высыпаний к основанию "клина" в 42 градуса, регистрируется риометрами на Земле как расширение области поглощения к северу со скоростью 2.1 км/с. Скорость как в восточном, так и в западном направлениях уменьшается до 0.8 км/с примерно через 3 минуты после начала брейкапа.

Данные о потоках электронов с энергией более 30 кэВ в экваториальной плоскости магнитосферы могут быть согласованы с величиной поглощения в магнитосопряженной точке с помощью известной полуэмпирической модели В.А.Власкова, А.П.Осепян, Е.В.Чуриковой (ПГИ), если предположить, что питч-угловое распределение электронов в магнитосфере является промежуточным между изотропным и синусоидальным.

## МОДЕЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ ПРОДОЛЬНЫХ ТОКОВ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ВО ВРЕМЯ ВЗРЫВНОЙ ФАЗЫ СУББУРИ

М.А. Волков, А.А. Намгаладзе

(Полярный Геофизический Институт, 183010, Мурманск, ул.Халтурина, 15)

На основе глобальной модели верхней атмосферы [1] выполнены численные расчеты поведения параметров ионосферы и термосферы во время суббури 25 марта 1987 г. В отличие от расчетов, представленных в [2], где распределения продольных токов подбирались для обеспечения наилучшего согласия расчетанного электрического поля с данными наблюдений установки некогерентного рассеяния ЕИСКАТ, в настоящих расчетах задавалось распределение потенциала электрического поля на границе полярной шапки, а продольные токи зоны 2 и токового клина суббури рассчитывались из уравнения непрерывности для электронов плазменного слоя в пренебрежении их градиентным дрейфом. В этом случае подбираемыми параметрами задачи становятся характеристики пространственного распределения магнитосферной проводимости, определяемой содержанием электронов плазменного слоя в геомагнитной силовой трубке, и их вариации в ходе суббури. Результаты расчетов, как и в [2], сопоставлялись с данными ЕИСКАТ, опубликованными в [3].

Анализ результатов показал, что во время спокойных условий и в подготовительную фазу суббури распределение продольных токов и потенциала электрического поля в высоколатитурной ионосфере соответствует модели магнитосферной проводимости, однородной по долготе и экспоненциально спадающей от границы полярной шапки к экватору с характерным масштабом, равным ширине авроральной зоны. Во время взрывной фазы суббури приемлемое согласие с наблюдениями дает модель, в которой в окрестности полуночи формируется область пониженного содержания электронов в трубке, движущаяся к западу со скоростью около 1 км/с на ионосферных высотах. Формирование такой области пониженной магнитосферной проводимости согласуется с результатами наблюдений уменьшения концентрации ионов в центральном плазменном слое во время взрывной фазы суббури с одновременным увеличением их температуры [4].

Работа поддержана Международным научным фондом (ISF), грант No.RXL000, и Российским фондом фундаментальных исследований, грант No. 94-05-17321.

1. A.A.Namgaladze, O.V.Martynenko, A.N.Namgaladze. A new version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere for studies of polar phenomena.// Наст. сборник.

2. A.A.Namgaladze, O.V.Martynenko, A.N.Namgaladze, M.A.Volkov, Yu.N.Korenkov, V.V.Klimenko, I.V.Karpov, F.S.Bessarab. Numerical simulation of the ionospheric disturbance over EISCAT by the use of the global ionospheric model.//Sixth EISCAT Workshop, Andenes, Book of Abstracts, 1993, 17; J.Atmosph.Terr.Phys., 1995, V.57 (in press).

3. P.N.Collis, I.Haggstrom. High resolution measurements of the main ionospheric trough using EISCAT.// Adv.Space Res., 1989, V.9, No.5, 45-48.

4. W.Baumjohann, G.Paschmann, T.Nagai, H.Luhr. Superposed epoch analysis of the substorm plasma sheet.// J.Geophys.Rees., 1991, V.96, No.A7, 11605-11608.

## SOME RECENT FINDINGS CONCERNING SUBSTORMS

V.A.Sergeev (*Inst. of Physics, Univ. of St-Petersburg, St.Peteusburg 198904, Russia*)

Permanent features of the tail plasma sheet are the impulsive ( $\sim 1$  min) and localized activations which are evident in many kinds of observations and, possibly, give a major contribution to the plasma and magnetic flux transfer in the tail. Based on ISEE-1/2 spacecraft observations we show that different types of the nightside flux transfer events (NFTEs) are possible. Some of them appear in the very thin current sheets and, possibly, originate due to the impulsive magnetic reconnection process. Some NFTEs are observed in the thick plasma sheet, and often display the reduced plasma content in the compressed (and dipolarized) magnetic tubes. The latter signatures as well as some related ionospheric effects demonstrate that they may be the plasma bubbles. These different types of NFTEs may be the signatures of the same structure which is seen at different stages of its evolution. A few recently published examples gave clear evidence that impulsive magnetic reconnection at  $10-15$  Re may start 2-3 min prior to other signatures of substorm expansion onset. However, the chance to detect that phenomenon is negligibly small since, at this stage, the plasma streaming is very localized in all (x,y,z) directions inside the plasma sheet. An important link to the origin of impulsive reconnection is provided by theoretical results concerning formation of thin, singular current sheets inside the plasma sheet.

## ДИНАМИКА БИРКЕЛАНДОВСКОЙ ТОКОВОЙ ПЕТЛИ (SCW) В СУББУРЯХ РАЗНЫХ ТИПОВ

Л.И.Вагина, В.А.Сергеев

(*Институт физики СПбГУ, Ульяновская д. 1, С.Петербург 198 904*)

Суббури разделены по поведению  $Bz$  компоненты ММП вблизи начала суббури. К стимулированным отнесены суббури с резкими положительными скачками  $Bz$  компоненты в которых  $Bz > 0$  сохраняется  $> 5$  минут после переворота. К спонтанным отнесены суббури, развивающиеся при  $Bz < 0$ . С помощью метода инверсии магнитных данных среднеширотных станций, а также по данным измерений энергичных частиц и геомагнитного поля на геостационарных спутниках проведено исследование динамики токовой системы SCW. Получены следующие результаты:

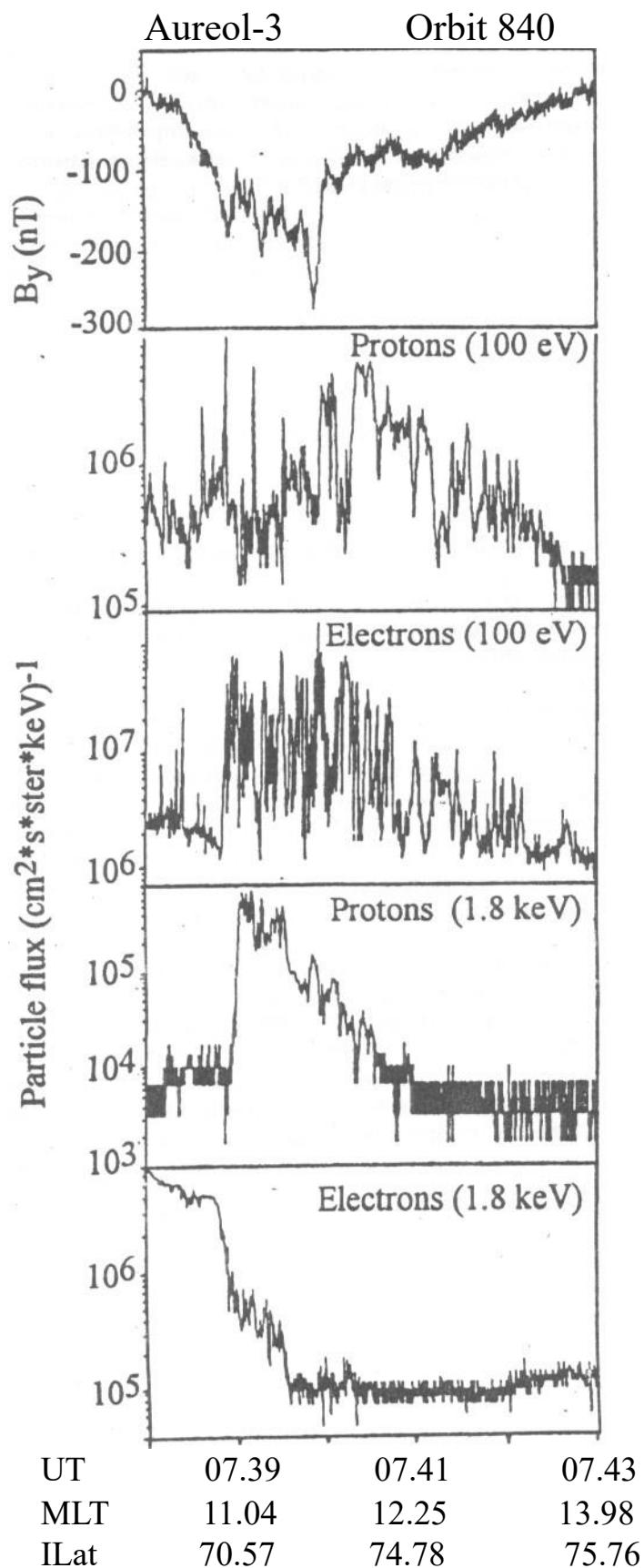
1. Интенсивность стимулированных суббури в среднем в 2 раза выше интенсивности спонтанных (0.9мл А и 0.5 мл А соответственно при условии одинакового поведения  $Bz < 0$  до начала взрыва)
2. При максимальных величинах тока  $< 1$  млн А, начальный долготный размер стимулированных суббури в среднем в 2 раза больше размера очага спонтанных суббури (около 80 и 40 градусов соответственно).
3. Длительность нарастания тока в стимулированных суббурях 7-20 минут, в спонтанных - 10-50 минут, т.е. в среднем 15 и 25 мин, соответственно.
4. На фазе роста интенсивности долготные размеры токовой системы SCW увеличиваются только в спонтанных суббурях. На фазе спада интенсивности долготные размеры увеличиваются для суббури всех типов.
5. На геостационарных спутниках наблюдается диполяризация при стимулированных суббурях и импульсы диполяризации на фоне вытягивания силовых линий при спонтанных суббурях.

## ТОНКАЯ СТРУКТУРА ПРОДОЛЬНЫХ ТОКОВ В ПОЛУНОЧНОМ СЕКТОРЕ АВРОРАЛЬНОЙ ЗОНЫ ВО ВРЕМЯ СУББУРИ

А.Л.Котиков, Е.М.Шишкина (*Институт Арктики и Антарктики, С.-Петербург*)

По данным Карской меридиональной цепочки магнитометров, спутников VIKING и DMSP F7 для событий 05.04.86 и 09.04.86 рассчитаны плотности ионосферных токов, холловская проводимость и широтная компонента электрического поля. Установлено наличие тонкой пространственной структуры аврорального электророджета и холловской проводимости, соответствующей пространственному распределению активных форм сияний. Предложена схема распределения продольных токов, объединяющая весь набор исследуемых экспериментальных данных. Тонкая структура продольных токов в полуночном секторе авроральной ионосферы подтверждается измерениями поперечной компоненты магнитного поля на спутнике DMSP F7.

# МАГНИТОСФЕРА



## РЕЛАКСАЦИЯ КОЛЬЦЕВОГО ТОКА И ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ТОКОВЫХ СИСТЕМ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ВЫСЫПАНИЯМИ ЭНЕРГИЧНЫХ ИОНОВ

А.Г.Демехов<sup>1</sup>, А.Графе<sup>2</sup>, В.Ю.Трахтенгерц<sup>1</sup>, П.А.Беспалов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород

<sup>2</sup> GeoForschungsZentrum Potsdam, Germany

Обсуждается механизм формирования асимметричного кольцевого тока в магнитосфере Земли, связанный с гирорезонансным взаимодействием энергичных ионов с ионно-циклотронными волнами.

Получены аналитические и численные решения самосогласованной балансной системы уравнений, учитывающей одновременно высыпание энергичных ионов в ионосферу из-за возбуждения ионно-циклотронных волн, магнитный дрейф ионов и их потери из-за перезарядки в условиях неоднородного и нестационарного распределения плотности холодной плазмы. Показано, что циклотронное взаимодействие приводит к появлению локализованных трехмерных токовых систем, обусловленных плазмосферными выступами. Получены согласующиеся с экспериментом оценки параметров таких токовых систем и связанных с ними наземных магнитных возмущений в низких широтах.

Проведен анализ экспериментальных данных с сети низкоширотных наземных магнитных обсерваторий, полученных во время магнитных бурь разной интенсивности. Обнаружено, что наибольшая асимметрия магнитных возмущений типична для бурь средней интенсивности, а для наиболее сильных бурь асимметрия относительно невелика. В рамках предложенной теоретической модели такое различие естественно объясняется известными особенностями эволюции плазмосферы, которая становится почти азимутально симметричной во время сильных магнитных бурь.

## АВРОРАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМА КООРДИНАТ ДЛЯ ИХ ОПИСАНИЯ

Е.Е.Антонова, Н. Ю. Ганюшкина (*НИИЯФ им. Скobelцина МГУ им. Ломоносова*)

Одним из основных препятствий, мешающих построить адекватную картину авроральных процессов и самосогласованную теорию высокочиротной магнитосферы, является отсутствие системы координат, которая также как система координат Мак-Илвайна для низкоширотной магнитосферы, дала бы возможность существенно упростить наблюдаемую картину. Одной из теоретически обоснованных возможностей в данном направлении является использование для построения координатной сетки изоповерхностей равного объема магнитных силовых трубок. Вычисление на базе моделей Цыганенко-87 и -87w объемов магнитных силовых трубок и градиентов объемов дало возможность построить систему координат для описания высокочиротных процессов при различных значениях Кр- индекса.

Данная система координат была использована для определения градиентов давления горячей магнитосферной плазмы вдоль изолиний равного объема магнитной силовой трубы. При этом предполагалось, что в силу малости скоростей движения плазмы по сравнению с магнитозвуковой и альвеновской скоростями, во внутренней магнитосфере имеет место магнитостатическое равновесие, и продольный ток определяется градиентом объема магнитной силовой трубы и градиентом давления горячей магнитосферной плазмы. Использовалась усредненная картина распределения продольных токов Ииджими и Потемры. Полученная картина распределения азимутальных градиентов давления показывает, что максимальные градиенты имеют место в вечерние часы в районе полуночи, что может пролить свет на понимание начала взрывной фазы суббури в этой области. Вычислялись интегральные перепады давления между дневными и ночных часами и проводилось их сравнение с данными экспериментальных наблюдений. Проведенный анализ показал, что наблюдаемые продольные токи могут поддерживаться азимутальными градиентами давления горячей магнитосферной плазмы.

## МАГНИТОСТАТИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ В МАГНИТОСФЕРЕ И ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТОКОВЫХ СТРУКТУР

Е.Е.Антонова, Н.Ю. Ганюшкина (*НИИЯФ им. Скobelцина МГУ им. Ломоносова*)

Изучение геометрических характеристик распределения магнитного поля в магнитосфере Земли показывает, что в области перехода от аксиально-симметричной конфигурации во внутренних квазидипольных областях магнитосферы к почти трансляционно-инвариантным в дальнем хвосте существует область, в которой должны генерироваться продольные токи, по знаку соответствующие токам зоны I Ииджимы и Потемры. В этой области кривизна изолиний равного объема магнитных силовых трубок в экваториальной плоскости больше кривизны токовых линий. Так как градиент давления в магнитостатически равновесной конфигурации перпендикулярен току, имеет место градиент давления вдоль изолиний равного объема магнитной силовой трубы. Таким образом, источником токов зоны I является геометрия магнитосферной ловушки. Замыкаясь через ионосферу, токи зоны I создают поле утро-вечер. При этом максимальный перепад потенциала между утром и вечером имеет место глубоко внутри магнитосферы, что подтверждается результатами наблюдений, а не на границе полярной шапки, как это предсказывается в рамках теории действия МГД-генератора в магнитосферных погранслоях. Контроль токов зоны I, поля утро-вечер и геомагнитной активности межпланетным магнитным полем (ММП) осуществляется при этом за счет изменения распределения токов на магнитопаузе и в хвосте. Росту южной компоненты ММП соответствует увеличение угла между изолиниями равного объема и токовыми линиями. Анализ распределения изолиний равного объема в экваториальной плоскости и токовых линий в рамках полуэмпирических моделей Цыганенко-87 и -87w подтверждает данные выводы.

Геомагнитная активность в рамках рассматриваемого подхода и образование тета-авроры при северном ММП связывается с тенденцией перехода магнитосферы в бессиловую конфигурацию, т.е. с ликвидацией градиентов давления.

## ЭМПИРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДНЕВНОЙ МАГНИТОПАУЗЫ И ДИНАМИКА ВНЕШНИХ ОБЛАСТЕЙ МАГНИТОСФЕРЫ В СВЯЗИ С УСЛОВИЯМИ В МЕЖПЛАНЕТНОЙ СРЕДЕ

С.Н.Кузнецов, А.В.Суворова (*НИИЯФ МГУ, Москва*)

Данные 12 высокоапогейных и 5 геостационарных спутников о положении магнитопаузы были проанализированы с целью изучения соотношений между положением и формой границы магнитосферы и параметрами солнечного ветра. Всего было собрано 834 пересечения магнитопаузы, для которых в каталоге солнечных данных имелась информация о динамическом давлении солнечного ветра и межпланетном магнитном поле. Для построения модели был использован метод корреляционно-регрессионного анализа. Массив был разбит на две части по знаку  $B_z$  компонента межпланетного магнитного поля ( $B_z > 0$  и  $B_z < 0$ ) и обработка проводилась отдельно. Для аппроксимации формы магнитопаузы использовался метод кусочных парабол, в предположении что поверхность является фигурой вращения. Полученные выражения для положения подсолнечной точки и параметров парабол как функций динамического давления и межпланетного магнитного поля отличаются для условий  $B_z > 0$  и  $B_z < 0$ , но легко стыкуются при  $B_z = 0$ . Оценки показывают, что подсолнечная точка должна находиться на расстоянии 6.6  $Re$  для северного направления  $B_z$  при давлении солнечного ветра 18 нПа, для сильного южного  $B_z < -20$  при давлении 3-4 нПа. Проведено сравнение данной модели с моделью Roelof и Sibeck (1993). Проведен анализ эмпирических взаимосвязей между положением магнитопаузы, каспа, величиной  $Dst$ -вариации и параметрами солнечного ветра.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ СВОБОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ В УРАВНЕНИИ БАЛАНСА ДАВЛЕНИЙ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА И ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ДНЕВНОЙ МАГНИТОПАУЗЕ

С.Н. Кузнецов, А.В. Суворова (*НИИЯФ МГУ, Москва*)

В работе проведено экспериментальное исследование уравнения баланса давлений солнечного ветра и геомагнитного поля на магнитопаузе по данным спутника "Прогноз-10" и определены численные значения свободных параметров уравнения  $k$  и  $f$ , для которых ранее были известны только теоретические оценки. Была использована информация о положении границы магнитосферы и величине напряженности магнитосферного магнитного поля вблизи нее, а также данные каталога /1/ о параметрах солнечного ветра. Исследована зависимость коэффициентов  $f$  и  $k$  от солнечно-экспликационной долготы.

Коэффициенты  $k$  и  $f$  определяют природу взаимодействия солнечного ветра с магнитосферой /2,3/. Коэффициент  $k$  равен отношению давления турбулизированной плазмы солнечного ветра в переходной области к динамическому давлению ветра в межпланетном пространстве. Коэффициент  $f$  учитывает эффект искривления плоской границы в модели Чепмена-Ферраро за счет вклада магнитосферных и ионосферных источников пространственных токов в магнитное поле на магнитопаузе.

Мы получили, что  $f$  зависит от долготы: для дневной магнитопаузы в окрестности подсолнечной точки среднее значение  $f \sim 1.02$  и значения  $f$  увеличиваются при удалении в область хвоста магнитосферы. Этот результат не противоречит известным моделям геомагнитного поля. По нашим оценкам средняя величина  $k \sim 0.72$  находится между двумя теоретическими величинами (0.844 и 0.667), вычисленных для взаимодействия СВ с геомагнитным полем в газодинамическом приближении без учета межпланетного магнитного поля (ММП) /2/ и для взаимодействия СВ при наличии ММП, строго антипаралельном геомагнитному полю /4/. Полученное отношение среднее  $f^*f/k \sim 1.44$  согласуется с известными экспериментальными и теоретическими значениями.

1. Couzens D.A., King J.H. Interplanetary medium data book. Supplement 3A, 1977-1985//NSSDC/WDC-A-R & S, 86-04A, 1986.
2. Spreiter J.R., Summer A.L., Alksne A.Y. Hydrodynamic flow around the magnetosphere// Planet. Space Sci. 1966. V. 14, P. 223.
3. Schield M.A. Pressure balance between solar wind and magnetosphere// J.Geophys. Res. 1969. V. 74. P. 1275.
4. Lees L. Interaction between the solar plasma wind and the geomagnetic cavity// Amlnst.of Aeronautics and Astronautics. 1964. V. 2. P. 1567.

## ДИНАМИКА ИОНОСФЕРНОГО ПЯТНА ДНЕВНОГО КАСПА В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЯМИ СКОРОСТИ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА И ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ

А.Е.Степанов, И.Я.Плотников, В.Л.Халипов (*ИКФИА Якутск СО РАН*)

Дана классификация ионограмм ВНЗ, возникающих при радиоотражениях в области дневного полярного каспа. Построена эмпирическая модель положения дневного полярного каспа по большой статистике спутниковых и наземных измерений. Рассмотрена динамика каспа в зависимости от уровня геомагнитной активности. Выявленная зависимость сопоставлена с рассчитанной в гидромагнитной модели каспа при изменении величины скорости солнечного ветра. Обсуждается применение ионосферных наблюдений для контроля за физическими условиями в высоколатитном пограничном слое.

## ОЦЕНКА МИНИМАЛЬНЫХ МАСШТАБОВ ТОКОВ, НАБЛЮДАЕМЫХ ПРИ НАЗЕМНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ

А.М.Андреев (*ИКФИА СО РАН, Якутск 677891, пр.Ленина, 31*)

На численной модели токовой системы, состоящей из мелкомасштабных продольных токов и замыкающих поперечных токов, исследовано магнитное поле индуцируемое на земной поверхности (компоненты  $B_x$ ). Показано наличие фильтрации масштабов в зависимости от соотношения высоты токового слоя к расстоянию между струями продольных токов и поперечного размера отдельных продольных токов. Фильтрующая функция ограничивает минимальные масштабы ионосферно-магнитосферных токовых петель, которые могут быть разрешены при наземных измерениях.

## СТАБИЛИЗАЦИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДВУХПОТОКОВОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ (МДН) КОМПОНЕНТОЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ, НОРМАЛЬНОЙ К ТОКОВОМУ СЛОЮ

М.Г.Гельберг (*ИКФИА СО РАН, Якутск 677891, пр.Ленина, 31*)

Показано, что компонента магнитного поля, нормальная к токовому слою, стабилизирует развитие МДН. Выведены соотношения для скорости дрейфа ионов относительно электронов, волновых чисел и углов наклона волновых векторов к магнитному полю, при которых электростатические возмущения в токовом слое не нарастают. Показано, что для условий на экваторе магнитосфера в ближайшей области хвоста в конце предварительной фазы суббури нарушения токового слоя не могут быть связаны с развитием МДН.

## MAGNETOTAIL PLASMA VERSUS THE LARGE-SCALE ELECTRIC FIELD

Eugene V. Voronov and Sergey V. Fridman

(*Institute of Solar-Terrestrial Physics, P.O.Box 4026, Irkutsk, 33, 664033, Russia*)

Convection of closed magnetic tubes in the central part of the Earth's magnetospheric tail reduces their length and compresses the plasma contained in them. This is accompanied by the formation in the tail of two shock waves which have separated from the neutral plane in the north- and southward directions, between which lies a hotter and denser plasma as compared with the tail lobes. The distinctive plasma characteristics in the region between the shock waves, and also the spatial position of this region suggest that in the real magnetosphere a plasma sheet corresponds to this region.

A numerical simulation of the motion of shock waves in convecting magnetic flux tubes has been carried out. By introducing the postulate about the character of the relationship between the shock wave velocity and plasma parameters, we have calculated the form of the shock surface which we interpret as the plasma sheet boundary. The line of intersection of the shock surface with the ionosphere is taken here as the polar boundary of the auroral oval, because the plasma sheet particles are able to precipitate equatorward of this boundary only. According to our model the plasma sheet hot plasma lies on closed magnetic lines but not always comes to there feet. Hence the magnetic lines of the polar cap may be closed, and this does not hinder quite a realistic auroral oval formation.

Magnetospheric electric field global strengthening causes plasma sheet thinning (with a characteristic time of a few tens of seconds) and auroral oval equatorward displacement (with a time of a few tens of minutes). Electric field reduction leads to plasma sheet expansion and auroral oval polar boundary contraction. As a result, substantial part of the former polar cap becomes a part of the region of particle precipitation, i.e. of the auroral zone. This prediction of the model is in agreement with observations as well as other predictions.

## ПРОВАЛЫ ПОТОКОВ ЭНЕРГИЧНЫХ ЧАСТИЦ НА ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЕ В УТРЕННИЕ ЧАСЫ

Т. Козелова (*Полярный Геофизический Институт, Анадырь*)  
 А.Мельников (*ICTAF, Tel-Aviv University, Tel Aviv, Israel*)

Рассматриваются резкие уменьшения потоков ионов с энергиями 28-403 кэВ и электронов с энергиями 16-214 кэВ, которые сопровождаются одновременными возрастаниями магнитного поля и наблюдаются в утренние часы. Для анализа использовались 5-минутные данные по частицам и магнитному полю на геостационарном ИСЗ GEOS-2. Эти провалы имеют длительность 30-40 мин. Они появляются после начала взрывной фазы суббури и этим отличаются от провалов в полуночные часы, обычно наблюдаемых в подготовительную фазу суббури.

Сопоставление с наземными данными показало, что начало провала частиц коррелирует с появлением диффузных сияний около меридиана ИСЗ и их движением к экватору. В достаточно интенсивную суббурю к полюсу от этих диффузных сияний может появляться яркий изгиб сияний, движущийся на восток. Резкая диполизация магнитного поля и восстановление потоков частиц совпадают с экспансиией диффузных сияний к полюсу и образованием форм сияний типа факелов.

Наблюдаемая антикорреляция вариаций магнитного поля и потоков частиц наталкивает на мысль о диамагнитном характере этих изменений. Однако произведенные оценки показывают, что уменьшение плотности энергии рассматриваемых частиц во время провалов меньше соответствующего возрастания плотности магнитной энергии. Недиамагнитные изменения магнитного поля могут быть связаны с локализованным током в экваториальной плоскости, имеющим не только азимутальную компоненту западного направления, но и радиальную в направлении от Земли. Продольные токи на концах такой локализованной токовой системы могут быть связаны с перераспределением градиентов давления частиц и магнитного поля в магнитосфере во время суббури.

Наблюдаемые в утренние часы провалы частиц свидетельствуют о динамичных изменениях и локализованных утоньшениях плазменного слоя во время суббури не только в полуночном, но и в утреннем секторе магнитосферы.

Работа поддержана РФФИ, грант 94-05-16637-а.

## ОБ УСЛОВИЯХ ПОЯВЛЕНИЯ ТОНКИХ ТОКОВЫХ СЛОЕВ В ОКРЕСТНОСТИ ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЫ

И.И.Большев (*Физический факультет и Институт физики СПбГУ, Ульяновская д. 1, С.Петербург 198 904*)

При статистическом анализе магнитных данных спутника GOES-2 в полуночном секторе геостационарной орбиты проявляется немонотонная зависимость радиальной (V) компоненты поля от Dst индекса. Ее характер изменяется от слабой зависимости  $V \sim 0.5 \text{ Dst}$  при  $\text{Dst} > -20 \text{--} -30 \text{ нТ}$  к более сильным изменениям ( $V \sim (1-2) \text{ Dst}$ ) при  $\text{Dst} < -20 \text{--} -30 \text{ нТ}$  как в летний так и в зимний периоды, что может быть связано с приближением к Земле (или появлением на расстояниях  $< 6.6 \text{ Re}$ ) сравнительно тонкого токового слоя в периоды магнитных бурь. Большие значения Dst являются необходимым но не достаточным условием появления тонкого токового слоя на  $6.6 \text{ Re}$ . Интенсивность тока при сходных величинах Dst зависит от уровня и характера магнитной активности в авроральной зоне, при устойчиво малых AE ( $< 100 \text{--} 150 \text{ нТ}$ ) она незначительна. Обсуждается возможная роль таких токовых слоев.

Работа поддержана Международным научным фондом (ISF), грант NTW000.

## FUNCTION OF INJECTION TO MAGNETOSPHERIC STORM-TIME CURRENTS

A.A.Arykov, Yu.P.Maltsev (*Polar Geophysical Institute, Apatity, 184200, Russia*)

Equation for temporal behaviour of the  $Dst$ -variation is commonly written as follows

$$dH/dt = Q - (H - H_0) / \tau \quad (1)$$

where  $Q$  is the function of injection to magnetospheric currents responsible for the storm-time depression  $H$ ,  $H_0$  is the effect of the undisturbed currents,  $\tau$  is the relaxation time. *Burton et al.* [JGR, 1975, **80**, 4201] obtained experimentally  $Q = 1.5 \cdot 10^{-9} VB_Z$ , where  $V$  and  $B_Z$  are the solar wind velocity and the IMF southward component, but physics of such a relationship was not understood. For calculating  $Q$  we have used the following equation for the  $Dst$ -variation derived in our previous papers

$$H = \sqrt{2\mu_0 p} + DR - F/2S \quad (2)$$

where  $p$  is the solar wind pressure in the stagnation point,  $DR$  is the ring current effect,  $S$  is the equatorial cross-section of the stable trapping region where the ring current flows,  $F$  is the magnetic flux beyond the stable trapping region. Equation relating  $S$  to the other parameters has the form

$$\sqrt{S}(S\sqrt{2\mu_0 p} + F) = 3\pi^{3/2}(M_E + M_{RC}) \quad (3)$$

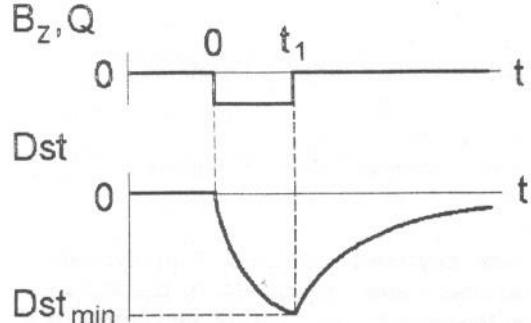
where  $M_E$  and  $M_{RC}$  are the magnetic moments of the earth dipole and the ring current. The flux  $F$  goes mainly to the night side of the magnetosphere and grows after southward turning of the IMF due to transport from the day side to the tail in the following manner

$$dF/dt = U - (F - F_0) / \tau \quad (4)$$

where  $U$  is the electric potential difference between the dawn and dusk sides of the magnetosphere,  $F_0$  is the undisturbed magnetotail flux. Differentiating (2) and (3) over time, assuming  $p$ ,  $DR$ , and  $M_{RC}$  to be constant, and substituting (4), we get equation (1) with

$$Q = -k U / S \quad (5)$$

where  $k$  is a coefficient varying from 0.5 to 1.5 depending on  $S$ ,  $F$ , and  $p$ . Assuming  $U = -1.4 \cdot 10^7 VB_Z + 55.3 \cdot 10^3$  [Doyle and Burke, JGR, 1983, **88**, 91251,  $k = 1$ ,  $S = 9 \cdot 10^{15} \text{ m}^2$ , we obtain  $Q = 1.5 \cdot 10^{-9} VB_Z$  which is in agreement with the observations.



If the behaviour of  $Q$  in time has a square-like form as shown on the top side of the figure:  $Q = 0$  for  $t < 0$  and  $t > t_1$ ,  $Q = Q_0 \sim VB_{Z0} = \text{const}$  for  $0 < t < t_1$ , equation (1) has the following solution

$$H - H_0 = 0, \quad t < 0$$

$$H - H_0 = Q_0 \tau (1 - e^{-t/\tau}), \quad 0 < t < t_1$$

$$H - H_0 = Q_0 \tau (1 - e^{-t_1/\tau}) e^{-(t-t_1)/\tau}, \quad t > t_1$$

This solution is shown on the bottom side of the figure. Note that  $Dst = H - H_0$ . The storm-time depression is maximum at the end of the period of the southward IMF. Assuming  $B_{Z0} = -10 \text{ nT}$ ,  $V = 500 \text{ km/s}$ , we get  $Q_0 = -27 \text{ nT/h}$ . For  $\tau = 7.7 \text{ h}$  [Burton et al., 1975],  $t_1 = 10 \text{ h}$ , one can obtain  $Dst_{\min} \approx -151 \text{ nT}$ .

The work is supported by the Russian Foundation of Fundamental investigations, grant 94-05-16638.

## ELECTRIC FIELD INDUCED IN THE MAGNETOSPHERE DURING STRENGTHENING OF THE SOLAR WIND PRESSURE

Yu.P. Maltsev (*Polar Geophysical Institute, Apatity, 184200, Russia*)

Fast jump in the solar wind pressure known as a sudden impulse (SI) produces the induction electric field in the magnetosphere. In a two-dipole model the field is

$$\mathbf{E} = -[\mathbf{v}_1 \times \mathbf{B}_1] - \nabla \varphi \quad (1)$$

where  $\mathbf{v}_1$  and  $\mathbf{B}_1$  are the velocity and magnetic field of the imaginary dipole respectively,  $\varphi$  is the electric potential which may be calculated with help of the high conductivity condition

$$(\mathbf{E} \cdot \mathbf{B}) = 0 \quad (2)$$

where  $\mathbf{B} = \mathbf{B}_E + \mathbf{B}_1$  is the total magnetic field,  $\mathbf{B}_E$  is the field of the earth dipole. Substituting (1) to (2) and considering the earth to be small, we get

$$\varphi = \int_0^r \frac{(\mathbf{v}_1 \cdot [\mathbf{B}_E \times \mathbf{B}_1])}{B^2} (\mathbf{B} d\mathbf{r}) \quad (3)$$

where  $\mathbf{r}$  is the distance from the earth dipole.

Assuming, as the first approximation,  $B_1 \ll B_E$ ,  $r \ll a$ , where  $a$  is the distance to the imaginary dipole, we obtain in the equatorial plane  $\varphi = v_1 B_{1zo} y (1 + 3x/2a)$ , where  $B_{1zo} = B_{1z}(\mathbf{r} = 0)$ . Substitution of  $\varphi$  into (1) yields the radial and azimuthal electric field components (the  $\lambda$ -axis is directed eastward)

$$E_\rho = 0, \quad E_\lambda = -\frac{\rho}{2} \frac{\partial B_{1zo}}{\partial t} \quad (4)$$

The azimuthal electric field drives the magnetospheric plasma drift with the radial velocity  $v_\rho = E_\lambda / B_Z$ . Magnetic field in the frame of a frozen-in plasma varies as follows

$$\frac{dB_Z}{dt} = \frac{\partial B_Z}{\partial t} + v_\rho \frac{\partial B_Z}{\partial \rho} \quad (5)$$

Substituting  $v_\rho$  and (4) into (5), and accounting for  $\delta B_Z / \delta \rho = -3B_z / \rho$ , we get

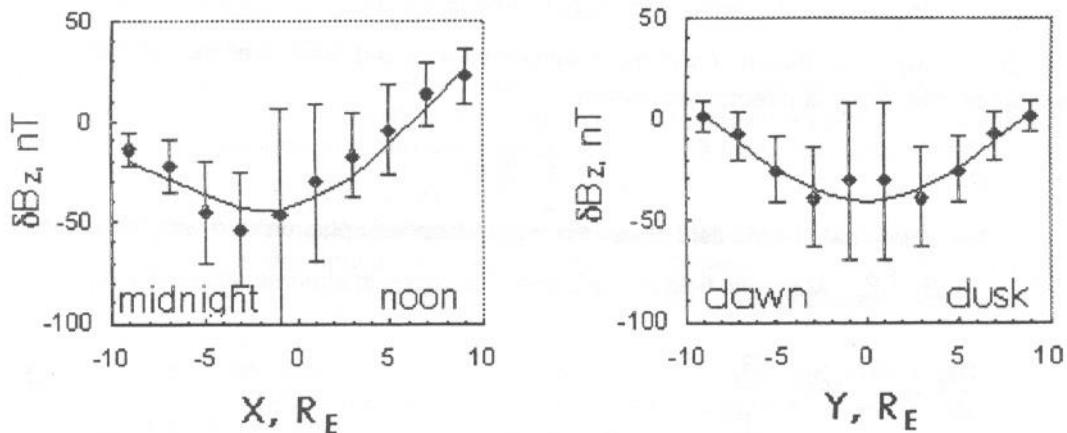
$$\frac{dB_Z}{dt} = \frac{5}{2} \frac{\partial B_Z}{\partial t} \quad (6)$$

Thus, the betatron acceleration of the frozen-in plasma is 2.5 times stronger if the induction electric field is taken into consideration.

## Dst AND $p$ -DEPENDENT MODEL OF MAGNETIC FIELD IN THE EQUATORIAL PLANE OF THE INNER MAGNETOSPHERE

A.A.Ostapenko, Yu.P.Maltsev, M.V.Malkov (*Polar Geophysical Institute, Apatity*)

More than 2000 magnetic field measurements in the disk region  $r < 10 R_E$ ,  $|z| < 2 R_E$  were used for constructing the empirical magnetic field model. In the figure, points with dispersion bars show two averaged profiles of the magnetic field of magnetospheric sources, one for the noon-midnight meridian, the other for the dawn-dusk meridian. Solid



lines present the approximation by the polynomial of the fourth order

$$\delta B_z = s_0 + s_1 (x^2 + y^2) + s_2 (x^2 + y^2)^2 + a_1 x$$

where  $s_0$ ,  $s_1$ , and  $s_2$  are the coefficients of the azimuthally symmetrical part,  $a_1$  is the coefficient of the first azimuthally asymmetrical harmonic. We have examined how the coefficients depend on the  $Dst$ -index, solar wind dynamic pressure  $p$ , and  $z$ -component of the IMF. The dependence on the IMF appeared not to be essential. The coefficients  $s_0$  and  $s_1$  depend mainly on  $Dst$ . The coefficient  $a_1$  appeared to depend only on  $p$ . Expressing  $\delta B_z$  and  $Dst$  in nT,  $p$  in nPa,  $x$  and  $y$  in earth radii, we obtain

$$s_0 = -27 + 1.0 Dst,$$

$$s_1 = 0.63 - 0.022 Dst,$$

$$s_2 = -3.8 \cdot 10^{-3} + 1.2 \cdot 10^{-4} Dst + 4.1 \cdot 10^{-4} p,$$

$$a_1 = 1.90 p^{0.60}.$$

Average values of  $Dst$  and  $p$  in the data set were -16 nT and 2.2 nPa respectively. Both the figure and the coefficient  $s_0$  show rather severe magnetic depression in the inner magnetosphere even during quiet periods.

Note that the Mead calculations predict  $a_1 \approx 0.94 p^{2/3}$ . The empirical coefficient is about twice this value, probably due to the influence of the cross-tail current.

The model provides the residual error 44% which is essentially smaller than the error in other models depending on  $Kp$  and IMF.

The work is supported by the Russian Foundation of Fundamental Investigations, grant 94-05-16638.

# **ПОЛЯРНЫЕ СИЯНИЯ, КОРПУСКУЛЯРНЫЕ ВТОРЖЕНИЯ**



## СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ОБЛАСТЕЙ РИОМЕТРИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ В ГОДЫ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

С.Н.Самсонов, В.Д.Соколов (*ИКФИА*)

Исследование потоков высыпающихся электронов с энергией в десятки-сотни кэВ, проведенное по данным Якутской меридиональной цепочки риометрических станций, позволило выявить структуру и динамику областей высыпания электронов в годы с различным уровнем солнечной активности.

Одновременный анализ крупномасштабных и мелкомасштабных (пульсирующих) структур риометрического поглощения, рассматриваемых совместно с наземными и спутниковыми данными напряженности магнитного поля и интенсивности ОНЧ излучения, позволил обнаружить отличие областей высыпания электронов по режиму питч-угловой диффузии частиц в них.

## ТОНКАЯ ВРЕМЕННАЯ СТРУКТУРА ПУЛЬСИРУЮЩИХ АВРОРАЛЬНЫХ ПЯТЕН И СОПУТСТВУЮЩИХ ОНЧ-ИЗЛУЧЕНИЙ

В.Р.Тагиров, В.С.Исмагилов (*Полярный геофизический институт, Апатиты*)  
В.А.Аринин (*Российский федеральный ядерный центр, 607200, г. Саров*)

Представлены предварительные результаты наблюдений и обработки одновременных телевизионных данных по пульсирующим сияниям и ОНЧ-излучениям, зарегистрированным на финской станции Соданкуля 15 февраля 1991 г.

Регистрация обоих типов данных велась на одном носителе в виде видемагнитофонной ленты, где на звуковую дорожку записывались ОНЧ-эмиссии. Подробно исследовался десятисекундный интервал с 01.31.00 по 01.31.10 UT, в котором были обнаружены интенсивные хоровые элементы в ОНЧ-излучениях, следовавшие с периодом 0.3-0.4 с. Разработанные компьютерные методы обработки телевизионных данных, позволяют фотометрировать и получать авророграммы сияний с точностью до одного телевизионного кадра (0.04 с). Это дало возможность выделить на авроральных данных трехгерцовую модуляцию интенсивности свечения, соответствующую пульсациям в ОНЧ-излучениях.

## КРАСНЫЕ ДУГИ, ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ИЗЛУЧЕНИЕМ АТОМАРНОГО КИСЛОРОДА [OI] 6300-6364 Å

Л.С. Евлашин (*Полярный геофизический институт, Апатиты*)

Рассмотрены морфологические свойства трех типов красных дуг (эмиссии [OI] 6300-6364Å), которые наблюдаются, соответственно, над различными районами земного шара. Первый тип - среднеширотные красные, так называемые SAR или M-дуги, располагающиеся на  $L=2-3$ . Второй тип - красные авроральные дуги, наблюдаемые в зоне полярных сияний на  $L=4-6$ . Третий тип - высокоширотные красные дуги низкой интенсивности (LAR-дуги), которые иногда регистрируются в полярной шапке на  $L=7-10$ . Характерная общая особенность этих типов красных дуг заключается в том, что все они проявляются в области F ионосферы Земли.

## PROCESSING OF AURORAL TV IMAGES

Vladimir A. Arinin (*Russian Federal Nuclear Centre, Sarov, Nizhny Novgorod region 607200*)  
Valery S. Ismagilov, Vartan R. Tagirov (*Polar Geophysical Institute, Apatity*)

Modern achievements of computer technique allows to process in digital form dynamic TV signal of various phenomena, including aurora and another optical effects in the atmosphere. The paper shows some of the possibilities of image enhancement and restoration using auroral samples.

At present the developed software supports the following functions: 1) linear and median filtering by various adaptive filters; 2) histogram, amplitude, field and size correction; 3) geometrical correction such as distortion removing, rotation, mirroring; 4) obtaining the first and the second derivatives; 5) using images in arithmetical expressions as operands; 6) presentation of images as rasters, equipotential lines, 3-D surfaces.

Temporal variations of luminosity is obtained by processing of a consequence of TV frames with the resolution achieving the duration of a single TV frame (0.02s). They can be presented in the form of photometer recordings of any particular region of TV display or in the form of aurorograms i.e spatial-temporal variations along any certain direction chosen beforehand.

All functions are illustrated by figures for several events of aurora. TV frames were digitized by TV frame graber installed to PC-386 in 256\*256, 360\*256 and 720\*512 6-bit grid format. The software is performed in MS-FORTRAN V5.0 texts or executive modules.

## ОПТИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА ст. ЛОВОЗЕРО

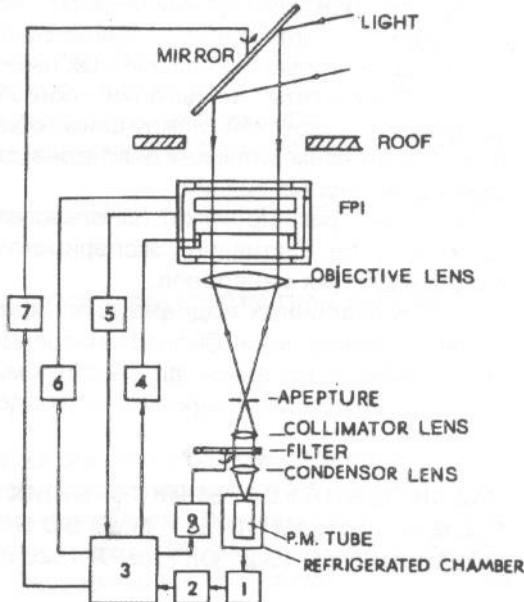
Н.Н. Богданов, В.А. Галахов  
(Полярный геофизический институт,  
Апатиты)

В ноябре 1994 г. на ст. Ловозеро установлен комплекс оптических приборов для измерения нейтральных ветров по допплеровскому смещению эмиссии 557.7 нм. Комплекс включает в себя интерферометр Фабри-Перо (ИФП), сканирующий фотометр, эмиссионные зенитные фотометры, телевизионную камеру. ИФП измеряет нейтральный ветер к северу, в зените и к югу от станции, сканирующий фотометр дает поведение светимости на меридиане станции с разрешением 1 скан/мин, зенитные фотометры отслеживают поведение светимости в зените в эмиссиях 427.8, 557.7 и 630.0 нм, а камера позволяет определять поведение и форму сияний.

Блок-схема интерферометра показана на рисунке, где: 1 - предусилитель, 2 - амплитудный дискриминатор, 3 - компьютер "Микро-86", 4 - блок сканирования, 5 - датчик температуры, 6 - терморегулятор, 7 - система управления зеркалом, 8 - блок управления фильтрами.

В докладе приводятся характеристики интерферометра Фабри-Перо, описывается методика измерений и обработки данных, приводятся примеры регистрации и некоторые результаты наблюдений.

Работа поддержана Российским Фондом фундаментальных исследований, грант 94-16276.



## МНОГОЦЕЛЕВОЙ ПОРТАТИВНЫЙ ЦИФРОВОЙ СПЕКТРОГРАФ

Ю.В. Платов (*Институт земного магнетизма, ионосфера и распространения радиоволн РАН*)

А.М.Пындык, Н.И.Улицкий (*Институт спектроскопии РАН*)

С.А. Черноус (*Полярный геофизический институт, Анадырь*)

Разработана спектральная аппаратура для регистрации спектров свечения ночного неба в диапазоне 250-950 нм. Основу аппаратуры составляет многоканальная фотоэлектрическая система (МФС): усилитель яркости на микроканальной пластине (МКП) последовательно соединенный с супервидиконом (ЛИ-702) и два светосильных спектрографа линзовый и зеркальный с относительными отверстиями 1:1.5 и 1:3.5. Высокая светосила спектрографов и чувствительность МФС на уровне регистрации отдельных фотоэлектронов позволяют использовать аппаратуру для исследования динамики слабосветящихся явлений. Достижение столь высокой чувствительности стало возможным за счет сужения полосы пропускания предусилителя до 50 кГц и работы в режиме, отличном от телевизионного стандарта. На строчные отклоняющие катушки фокусирующе-отклоняющей системы (ФОС) подается кадровое "пилообразное" напряжение с периодом 80 мсек, а на кадровые катушки строчное "пилообразное" напряжение с периодом 160 мксек. При этом ФОС устанавливается так, чточитывающий луч "медленно" движется вдоль направления дисперсии прибора и "быстро" вдоль спектральных линий.

Программное обеспечение позволяет выбирать режим работы спектрографа и оперативно изменять его непосредственно перед регистрацией спектра, производить периодически калибровку прибора, а также быстро обрабатывать полученные спектры с помощью большого набора процедур, таких как - вычитание фона, сглаживание низкочастотной компоненты спектра, определение интенсивностей и длин волн отдельных спектральных компонент. Записанные в файл данные могут быть дополнительно обработаны с помощью различных пакетов программного обеспечения.

Результаты испытаний показали, что МФС с линзовым спектрографом и прозрачной решеткой наилучшим образом подходят для одновременной регистрации спектров во всем видимом диапазоне длин волн, что демонстрирует рис. 2, где приведены спектры полярных сияний.

Спектрограф может использоваться для исследования полярных сияний, свечения ночного неба, активных экспериментов в верхних слоях атмосферы, рентгеновской люминесценции минералов.

В различных модификациях прибор может применяться для исследования пламен, хемилюминисценции, биолюминисценции, фосфоресценции, спектральных исследований загрязнения атмосферы, диагностики минералов.

Работа финансировалась Фондом Сороса. Грант NL 9000

## НАБЛЮДЕНИЕ КОРРЕЛИРОВАННЫХ ВАРИАЦИЙ В КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧАХ, ГЕОМАГНИТНОМ ПОЛЕ И ММП ВО ВРЕМЯ КРУПНОГО СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОГО ВОЗМУЩЕНИЯ 19-21 ОКТЯБРЯ 1989 г.

Э.В.Вашенюк, В.С.Смирнов, В.С.Исмагилов, В.Р.Тагиров  
(*Полярный геофизический институт, Анадырь*)

Проведен анализ одновременных измерений с большим временным разрешением (10-15 сек) на нейтронных мониторах, ММП (КА ИМП-8) и наземных магнитометрах во время сильной магнитной бури 20-21 октября 1989 г. (макс. понижение индекса Dst ~ 270 нТл). Эта буря была стимулирована ударной волной и крупномасштабным межпланетным возмущением от вспышки на Солнце балла 4B/X13, которая произошла 19.10. в 12.58 UT. Прослежена динамика спектров мощности вариаций космических лучей, и геомагнитного

поля в течение фазы развития бури. Обращается внимание на одновременность вариаций с близкими периодами 5-15 мин в космических лучах и геомагнитном поле на фоне сильных возмущений в утренние часы 21.10. Обсуждаются возможные источники наблюдаемых вариаций в космических лучах и их связь с параметрами ММП и возмущенного геомагнитного поля.

## CONJUGANCY OF THE HIGH LATITUDE $>30$ KEV PROTON PRECIPITATION AND THEIR RELATION TO THE POLAR CAP AURORAL ARCS

A.G. Yahnin, I.V. Despirak, T.V. Miroshnikova (*Polar geophysical Institute, Apatity, Murmansk region, 184200, Russia*)

V.A. Sergeev (*Institute of Physics, University of St.-Petersburg, St.-Petersburg, Russia*)

On August, 1979 the antarctic station Vostok ( $\Phi=-84^\circ$ ) provided the observations of the auroral sun-aligned arcs in the central polar cap latitudes ( $\Phi > 80^\circ$ ) during about 40 hours. Several tens of orbits of the TIROS/NOAA satellites crossing those latitudes at the time of the aurora observations were available for the analysis of the particle precipitation. It has been found that in about 70 percents of the southern polar cap crossings the auroras were embedded into the wide region of the  $>30$  keV proton precipitation. At the same time the northern crossings showed the same percentage in the energetic protons occurrence. Moreover, during the aurora observations just every event of the energetic proton registration over southern (northern) polar cap corresponded to the similar event in the opposite hemisphere during the preceding or sequent pass.

In addition, the dependence of the energetic proton precipitation at latitudes  $>80^\circ$  on the Interplanetary Magnetic Field has been considered independently on whether the auroras were observed or not. It has been found that there was no difference in the proton precipitation occurrence depending on the IMF between northern and southern polar caps.

These findings and the detailed analysis of particular events allowed us to conclude that the considered proton precipitation were conjugated and originated from the plasma sheet as well as the related polar cap auroral arcs.

This study has been supported by the Russian Basic Research Foundation (grant 94-05-16637).

## ISOTROPY BOUNDARY OF THE ENERGETIC PARTICLE PRECIPITATION AND THE AURORA

A.G. Yahnin (*Polar Geophysical Institute, Apatity*)

Several passes of the TIROS/NOAA satellites over auroral forms observed from the ground were selected to study the relationship between the aurora and the location of the energetic ( $>30$  keV) electron precipitation isotropy boundary (IB). It has been found that under different magnetic activity conditions the discrete arcs were situated poleward from the IB. This agrees with the earlier result obtained from the ground-based observations for the growth phase conditions [Sergeev V.A., A.G. Yahnin, R.J. Pellinen. *Geomagn. & Aeron.*, V.23, 972, 1983]. The interpretation based on the mechanism of the energetic particle scattering on the magnetotail current sheet suggests that the source of the discrete arcs is situated in the region of the magnetotail equatorial plane where the magnetic field is about several nT. The intense diffuse auroras (diffuse bands,  $\Omega$ -structures) observed both by the all sky cameras and the DE-1 satellite imager were situated equatorward from the energetic electron IB in the region where the proton IBs were registered. This suggests that diffuse auroral forms are originated from the region where the equatorial magnetic field is about several tens of nT.

This research has been supported by the grant NWT000 from the International Science Foundation.

## О МЕХАНИЗМЕ ФОРМИРОВАНИЯ ОКОЛОПОЛУДЕННЫХ ИЗОТРОПНЫХ ВЫСЫПАНИЙ ЭНЕРГИЧНЫХ ПРОТОНОВ

Г.Р. Биккузина (*Физический факультет и Институт физики СПбГУ, Ульяновская д. 1, С.Петербург 198 904*)

По данным спутников NOAA исследованы характеристики изотропных высыпаний протонов с  $E > 80$  кэВ в полуценной области около каспа. Показано что изотропная граница расположена на 1-2 град. широты южнее экваториальной границы авроральных высыпаний каспа при различных значениях  $Bz$  компоненты ММП и АЕ индекса. Приведены предварительные результаты о форме дневной изотропной границы. В качестве возможного механизма формирования высыпаний рассмотрено неадиабатическое рассеяние протонов вблизи минимумов магнитного поля у каспов и в экваториальной области у границы хвоста. Проведены численные расчеты условий рассеяния по моделям T89, определены границы области рассеяния в проекции на ионосферу. Приведены результаты сопоставления расчетов с данными эксперимента, которые в основном согласуются с неадиабатическим рассеянием частиц в регулярном магнитосферном магнитном поле.

Работа поддержана Международным научным фондом (ISF), грант NTW000.

## SYSTEMATICS OF THE AURORAL ELECTRON PRECIPITATION STRUCTURES RELATIVELY TO THE ENERGETIC ELECTRON ISOTROPIC PRECIPITATION

E.E.Timofeev (*Polar Geophysical Institute, Loparskaya*)  
V.A.Sergeev (*Institute of Physics, University of St.-Petersburg*)

Special class of the auroral particle precipitation structures was selected from the data of the auroral electron ( $E < 20$  keV) measurements made onboard the TIROS and NOAA-6 satellites in August, 1979. The criteria used for the selection were:

- the intensity of the peak energy flux -  $> 1$  erg/cm<sup>2</sup>\*s\*s<sup>-1</sup>
- the width of the structure -  $< 100$  km.

It has been shown that when the comparison of the satellite measurements and ground-based auroral observations was available such structures corresponded to the discrete visible auroras. It has been also found that:

- the equatormost auroral precipitation structure lies poleward from or coincides with the equatorial edge of the  $> 30$  keV electron isotropic precipitation region, so called isotropic boundary (IB);
- the average distance between the IB and the structures in question increases when measured from the evening to morning sector;
- the observed IB latitude is in agreement with that calculated on the basis of the mechanism of the pitch angle scattering of energetic particles on the magnetotail current sheet.

The conclusion based on the above-mentioned mechanism is that the considered precipitation structures are originated from the magnetotail current sheet.

This research has been supported by the grant NWT000 from the International Science Foundation.

## РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ ПОПЕРЕЧНИК ДУГИ ПОЛЯРНОГО СИЯНИЯ В ДЕКАМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН

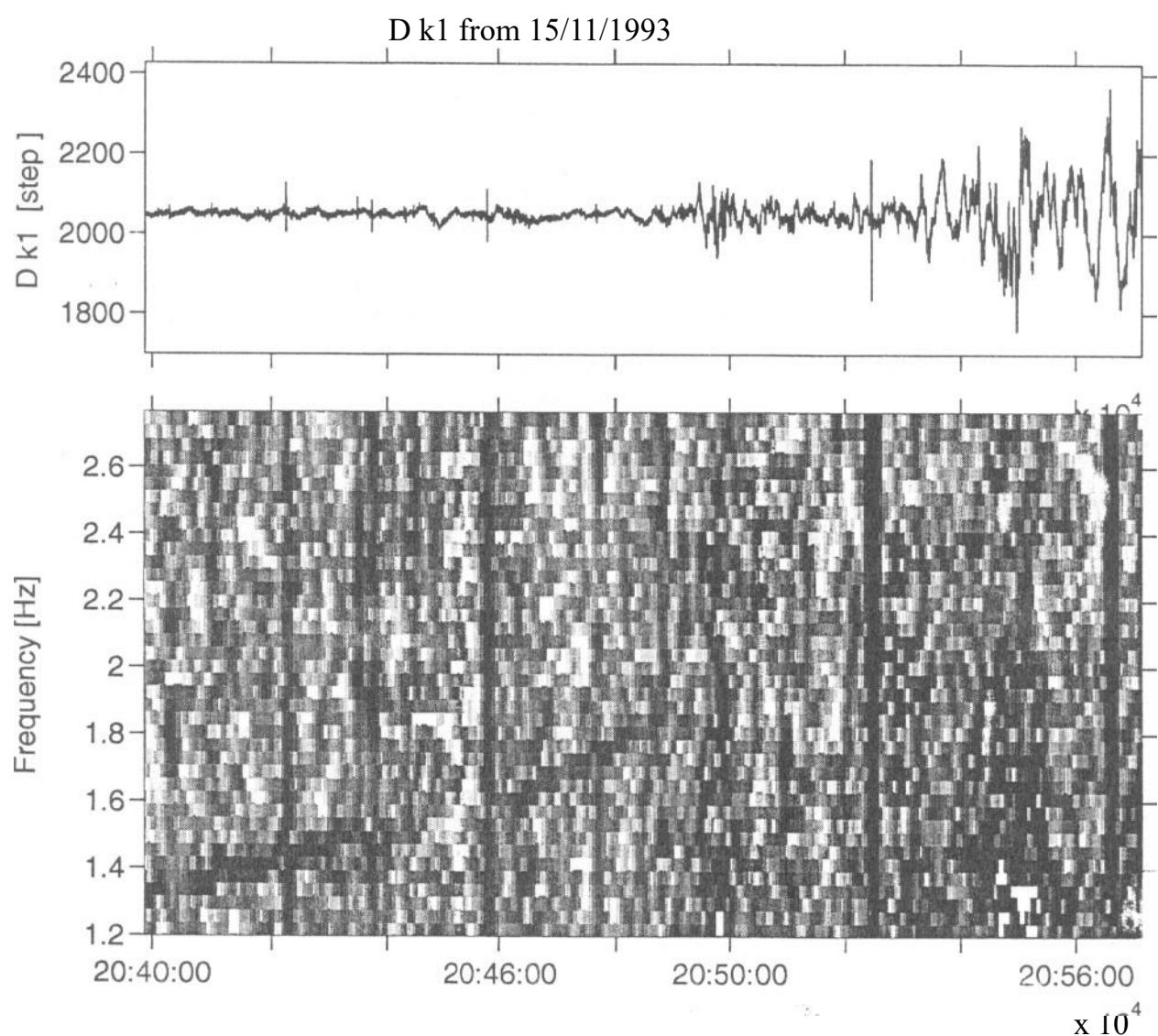
В.В. Клименко

(Институт солнечно-земной физики СО РАН, Норильская КМИС, Норильск-17, а/я 796)

С помощью установки наклонного обратного рассеяния измерены характеристики сигнала, рассеянного назад из области дуги полярного сияния (ПС) в диапазоне 8-11 МГц. На индикаторе " дальность-амплитуда" рассеянный сигнал локализован в интервале 10- 0 км и с точностью до экспериментальной ошибки совпадает с положением дискретной дуги ПС, определенному по аскафильму. Абсолютные значения радиолокационного поперечника с поправкой А поглощению достигают 1000 кв.км.

Распределение амплитуд сигнала отличается от рэлеевского близко к гауссовскому и в спектре огибающей кроме некоррелированного импульсного шума часто присутствуют квазимонохроматические компоненты в области 1-5 Гц. Совокупность данных указывает на наличие когерентной составляющей в рассеянном сигнале. На этом основании рассмотрено количественное согласование экспериментальных данных с возможным обратным рассеянием на цугах сфазированных плазменных неоднородностей декаметрового масштаба.

# **ВОЛНЫ**



## СОНОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ АВРОРМЬНЫХ Pi2 ПУЛЬСАЦИЙ

Р.А. Рахматулин, В.Д. Урбанович

Исследуются динамические спектры Pi2 пульсаций (ст. Норильск,  $L = 5.4$ ) на спектроанализаторе "Sona Graph 7029"А" по материалам экспедиции "Таймыр-82". Анализ сонограмм большого числа событий показал, что в спектре Pi2 - всплесков во время развития магнитосферных суббульб прослеживаются определенные изменения. В изолированной суббульбе спектр Pi2 расширяется в высокочастотную область от всплеска к всплеску. К концу суббульби наблюдается обратная картина. В процессе развития длительного по времени возмущения, состоящего из серии последовательных суббульб, спектр Pi2 расширяется в высокочастотную область от суббульби к суббульбе. К концу активного периода наблюдается сужение спектра в сторону длинных периодов.

Обнаруженные закономерности обсуждаются с позиций возможного механизма возбуждения высокочастотной ветви Pi2- всплесков сверхтонкой структурой ионосферных токов во время авроральных возмущений.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДНЕВНЫХ Pi2 ПУЛЬСАЦИЙ, НАБЛЮДАЕМЫХ В СРЕДНИХ ШИРОТАХ

Р.А. Рахматулин, В.А. Пархомов

Исследуется режим возбуждения Pi2 пульсаций в средних широтах в полуденном секторе по данным Норильской меридиональной цепочки индукционных магнитометров (эксперимент "Таймыр-82").

Дневные Pi2 наблюдаются преимущественно в средних широтах, амплитуда максимальна на станции, близкой к статистической проекции плазмопаузы (ст. Туруханск,  $L = 4.3$ ;  $A = 1-5$  нТл) и затухает в сторону высоких широт. В 10% событий колебания наблюдались на всех станциях меридиана с амплитудами одного порядка.

Результаты исследований подтверждают мысль о том, что дневные Pi2, наблюдаемые в средних широтах, не являются эффектом распространения сигналов от полуночных источников, расположенных в авроральной зоне. По всей видимости, источник дневных среднеширотных Pi2 располагается в плазмосфере или на плазмопаузе.

## WHISTLER-TRIGGERED EMISSIONS OBSERVED AT HIGH LATITUDES (L=6)

M. Goncharova (*Polar Geophysical Institute, Apatity, 184200, Russia*),  
 J. Manninen, A. Oikarinen, J. Kangas (*University of Oulu, FIN-90570 Oulu, Finland*),  
 T. Turunen (*Sodankyla Geophysical Observatory, Sodankyla, Finland*)

VLF observations during the Auroral campaign of January 1993 have revealed whistler-triggered emissions (WTE) can be frequent at high latitudes ( $l=6$ ) and thus would be adopted as an important source for electron precipitations in auroral and subauroral zones. 55 of 329 VLF emissions series (banded noise & chorus) detected during one day 15.01.93 were clearly triggered by whistlers. Examination of causative whistlers' characteristics show that in spite of they might be tangent to 4th L-shell near the equatorial plane they could deviate from field-aligned trajectory poleward. This result give an evidence that emissions series can be successfully triggered by nondirected natural signal. During time interval of maximum WTE occurrence (10 - 18 LT) joint variations in causative whistler noise frequency and lower bound frequency of emissions has been noted; for example, the detection of additional emission bands near the noon followed the appearance of new whistler active components.

## МОДУЛЯЦИЯ ГЕОМАГНИТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ Pc1-2, КУП ВОЛНАМИ Pc5 ПО ДАННЫМ ЦЕПОЧКИ СТАНЦИЙ 195 И 210 МАГНИТНЫХ МЕРИДИАНОВ

К. Юмото (*Университет, г.Нагоя*),  
Д. Г. Башев, С.И.Соловьев, Е.С. Баркова (*ИКФИА СО РАН, г.Якутск*)

Рассматривается амплитудная модуляция геомагнитных пульсаций Pc1-2, КУП в диапазоне периодов порядка нескольких минут в течение геомагнитных возмущений. Показано, что частотный спектр огибающей интенсивности Pc1-2, КУП подобен спектру колебаний, одновременно регистрирующихся геомагнитных пульсаций типа Pc5. В течение магнитных бурь амплитудная модуляция волнами Pc5 на  $T \sim 3-7$  мин сопровождается формированием крупномасштабных волн свечения на экваториальной границе диффузных сияний с длинами волн  $\sim 200-500$  км. Область максимальной интенсивности Pc1-2, КУП находится на широтах формирования волн свечения и максимальных потоков высыпающихся протонов.

Амплитудная модуляция Pc1-2, КУП отмечается как во время локальных Pc5, наблюдающихся только на авроральных широтах, так и в периоды глобальных Pc5, регистрирующихся от высоких широт до экватора. Модуляция амплитуды Pc1-2, КУП происходит в виде последовательного появления отдельных волновых пакетов или всплесков интенсивности с возможным одновременным ростом частоты колебаний. В обоих случаях максимальная амплитуда Pc1-2 соответствует отрицательным циклам D и H компонент Pc5 на  $L \sim 5-6$ .

Обнаружено два типа широтного распределения фазы колебаний глобальных Pc5, модулирующих интенсивность Pc1-2, КУП. Оба типа Pc5 имеют подобные фазовые характеристики H компоненты - обращение фазы с переходом от высоких к низким широтам и отсутствие заметных фазовых различий на низкоширотных станциях противоположных полушарий, но отличаются различными фазовыми соотношениями D компоненты Pc5 на низкоширотных станциях северного и южного полушарий: I тип - неизменность фазы и II тип - обращение фазы на  $\sim 180$  град.

Предполагается, что амплитудная вариация Pc1-2, КУП вызвана модуляцией инкремента ионно-циклotronной неустойчивости волнами Pc5. Обсуждаются возможные механизмы модуляции и формирования волн свечения.

## POLARIZATION OF ARTIFICIAL MAGNETIC PULSATIONS ON THE GROUND

E. Belova, W.Lyatksy, A.Pashin and E.Pchelkina (*Polar Geophysical Institute, Apatity 184200, Russia; 815-55-37285; e-mail: belova@apg.i.murmanski.su*)

Results of numerical modelling of artificial magnetic pulsation polarization generated by Heating Facility operated at Tromso (Norway) demonstrate significant discrepancy with experimental data (Maul et al. 1991). Possible cause of this may be that the experiment was carried out under conditions of horizontal inhomogeneous ionosphere. We have developed the model of the artificial magnetic pulsation generated in the vicinity of ionospheric inhomogeneities usually observed (in auroral zone). Ionosphere is assumed to be consisting of two parts with different conductivity separated by any line or to be homogeneous with a strip of enhanced conductivity. For the first case the analytical expression for magnetic on the ground was obtained. For the latter case which may be associated with auroral arc numerical solution was calculated. Two pulsation periods were taken: 10 sec and 120 sec, for which in the case of the homogeneous ionosphere the polarization being elliptic and linear, respectively. The space distribution of the magnetic field vectors and of the equivalent current lines on the ground was obtained. The linear polarization seems to keep the linear type of polarization even in presence of the ionospheric inhomogeneity. For elliptic polarization the ellipticity changes in this case. For both types of the polarization the orientation of the polarization ellipses on the ground changes. The dependencies of the polarization characteristics such as ellipticity and angle between major axis of the magnetic field ellipse and the external ionospheric electric field, on sizes and parameters of the ionospheric inhomogeneity were obtained.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УНЧ ВОЛН

О.А. Мальцева

При распространении УНЧ волн важным фактором является конфигурация магнитного поля  $Bo$ . Одни излучения имеют внемагнитосферное происхождение (напр., Рс3), другие наблюдаются при сильно возмущенных условиях (Pi1c). Это требует учета недипольной структуры  $Bo$ .

В данной работе рассматривается использование 3 глобальных моделей  $Bo$  (т.е. введение их в метод ray tracing'a(RT)): 1) диполь (Мд), 2) модель Мида (ММ) с положением магнитопаузы  $rb$  в качестве параметра, 3) модель Цыганенко (МЦ). Основное внимание уделено определению "точек наблюдения"  $Lk$  волн, стартующих от различных источников  $Lst$ , и соответствующих разностей  $dLk=Lk(Md)-Lk(MM)$  и т.д. для различных частот  $f(0.1-1\text{Гц})$  и углов старта  $\psi_{st}$  между  $k$  и  $Bo$ . Выбрали 3 области локализации источников и точек наблюдения: 1) дне вная область, 2) ночная область, 3) касп. Моделировалось распространение 2 мод R-волн: с трансформацией в L-волны (RL-мода) и R-волны(RR-мода). Основные результаты сводятся к следующему.

1. Для источников вблизи магнитопаузы (дневная область) в случае RL-моды для всех  $\psi_{st}$  оболочка  $Lk$  увеличивается с уменьшением  $f$ , причем при  $\psi_{st}=0$   $Lk(Md)-Lk(MM)=1-2$  и мало зависит от  $rb$ . Для  $\psi_{st}=90$  зависимость  $Lk(f)$  повторяет кривую  $L(fHe^+, \text{экв})$ . При учете наклона диполя  $Lk(Md)-Lk(MC)=1-3$ . Случай RR-моды характеризуется постоянством  $Lk(f)$ , причем при  $\psi_{st}=0$  значение  $Lk$  увеличивается с уменьшением  $Kp$ , при  $\psi_{st}=90$  волны выходят на малые L-оболочки.

2. При изучении долготной зависимости  $Lk$ , для которого выполнен расчет распространения с источником на  $Lst=\text{const}$  в экваториальной плоскости с изменяющимися  $\lambda_{st}(\psi_{st}=0 \text{ и } 90)$ , получено: а) для RL-моды при старте волн в диапазоне  $\lambda_{st}=0-50\text{grad}$  они выходят практически к полученному меридиану ( $\lambda_k=0-3\text{grad}$ ), б) волны RR-моды выходят на низкие  $Lk$  оболочки независимо от  $\lambda_{st}$ , в) для ночных условий ( $\lambda_{st}=180$ )  $dLk=Lk(MC)-Lk(Md)=2-5$ .

3. Для имитации старта в области каспа выполнен модельный расчет распространения для "источника" с  $R=\text{const}$  в меридиональной плоскости для различных широт. Для Мд в данном случае значения гирочастот растут с увеличением широты. Для МЦ они либо плавно падают ( $Kp=1$ ), либо имеют полость пониженных значений в районе каспа ( $Kp>3$ ). Это изменяет диапазон частот и вид траекторий. Для RL-моды  $Lk(f)$ - кривые близки друг к другу при  $\psi_{st}=0$  и  $90$  и характеризуются сильным ростом  $Lk$  с широтой (хотя и меньше роста  $Lst$ ). Этот рост определяет разницу  $dLk=Lk(MC)-Lk(Md)=0-10$ . Таким же ростом  $Lk$  характеризуются и кривые для RR-моды. 4. Привлечение модели Цыганенко потребовало решение некоторых методических вопросов и связано, по-видимому, с потерей точности и значительным увеличением времени расчета, так как аналитические решения заменяются численными.

Таким образом, приведенные расчеты показали, что различия  $Lk$  между диполем и другими моделями велики, но чтобы определить, насколько МЦ приближает результаты RT к реальной ситуации, необходимо детальное сравнение расчетов с экспериментальными данными.

## О ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИИ ОНЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ В МАГНИТОСФЕРЕ.

М.Гончарова, В.Ляцкий (Полярный геофизический институт, Анадырь)

Сонограммы ОНЧ излучения в высоких широтах часто обнаруживают примеры удивительно регулярно меняющейся частоты эмиссий. Частотная модуляция проявляется в периодическом изменении как верхней частоты отсечки сигнала, так и частоты максимальной интенсивности излучения. Теоретически изучены ожидаемые закономерности изменения двух характерных частот ОНЧ-излучения - частоты верхней отсечки и частоты максимальной интенсивности под действием компоненты сжатия магнитных пульсаций, возмущающих условия генерации ОНЧ-излучения вблизи экваториальной плоскости магнитосферы.

## SOME PECULIARITIES OF ARTIFICIAL MAGNETIC PULSATION GENERATION DURING FINNISH EISCAT-HEATING EXPERIMENT IN NOVEMBER 1993

A. Pashin (*Polar Geophysical Institute, 184200 Apatity, Russia*)

T. Bosinger, P. Pollari, J. Kangas (*Department of Physics, University of Oulu, FIN-905 70 Oulu, Finland*)

M. Rietveld (*EISCAT Scientific Association, N-9027 Ramfjordbotn, Norway*)

Generation of Artificial ULF/VLF signals and Periodic Inhomogeneities (API) by HEATING and at the same time monitoring E- and F-region plasma parameters by EISCAT were the objectives of this experiment. Here we concentrate alone on the ULF signal response to HEATING. The ULF experiment implied sinusoidal modulation of the heating power with frequencies sweeping from 0.1 to 2.9 Hz in 50 mHz steps.

In all experiment runs of this type (in total some 20 hours during different local times and levels of magnetic activity) there was never a response at the remote site (some 30 km away from the heater) in the frequency range 0.1 to 0.8 Hz. If there was a response, it was usually above 1 Hz. On November 15, during a four hours lasting run, the ULF response at the remote site was only observed at the very last half a hour, during magnetic and even auroral activity at/over the heater site. EISCAT detected at the same time large variations in the E-region electron density. The intensity in the artificial ULF signal followed only badly the electron density variations seen by EISCAT.

We use a numerical model for the magnetic variations seen on the ground in order to pinpoint the ionospheric parameters which were most important for the generation of our heating induced ULF signals. It appears that we cannot give a fully account of the behavior of the ULF response to heating in our experiment on the basis of our model. Extension of our model including ionospheric wave guide properties are invisualized.

## НЕЛИНЕЙНЫЕ СТАЦИОНАРНЫЕ ВОЛНЫ В ИОНОСФЕРНОЙ И МАГНИТОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЕ

А.В.Волосевич (*Могилевский педагогический институт, Белоруссия*)

Ю.И.Гальперин (*ИКИ РАН, Москва*)

Построена одномерная теоретическая схема, позволяющая описывать нелинейные электростатические МГД-структуры, движущиеся в тепловой плазме с магнитным полем. В случае бесстолкновительной замагниченной плазмы моделируются движущиеся со сверхзвуковой скоростью периодические структуры с частотой порядка нижегибридной  $\omega_{npr}$  и характерным размером  $L_M \sim aMC_s / \omega_{npr}$ , (где  $M$  - число Маха,  $a$  - множитель порядка единицы, обусловленный дрейфом,  $C_s$  - скорость ионного звука) и амплитудами вариаций плотности в десятки и сотни процентов. При дозвуковых скоростях возможны солитоно-подобные решения типа "ионной дыры", если учтены диссипативные факторы. Модельные характеристики структур согласуются с наблюдаемыми со спутников для слабых двойных слоев и "ионных дыр".

Для столкновительной плазмы авроральной Е-области (замагниченные электроны и незамагниченные ионы) моделируются нелинейные волны с масштабами порядка гирорадиуса ионов (в Е-слое - порядка метров) и с амплитудами вариаций плотности в десятки и сотни процентов, движущиеся как с дозвуковыми, так и с сверхзвуковыми скоростями, но в весьма ограниченных диапазонах параметра  $M$  и скорости дрейфа. Предполагается, что такие структуры в Е-слое могут играть важную роль в УКВ-радиоотражениях от полярных сияний и в аномальном распространении телевизионных сигналов.

## МАГНИТНО-ИОНОСФЕРНЫЕ УСЛОВИЯ ВО ВРЕМЯ ЯВЛЕНИЙ ГИДИРОВАНИЯ СРЕДНИХ ВОЛН В МАГНИТОСФЕРЕ

Д.В.Благовещенский, К.А.Добросельский

Анализ геомагнитных данных показал, что обнаруженное экспериментально явление гидирования средних радиоволн ( $f=1,8\text{МГц}$ ) с поверхности Земли вдоль плазмопаузы, последующее отражение волн от магнито-сопряженной точки и приход их в место передачи реализуется во время магнитосферных суббурь. Взаимодействие волна-частица в области плазмопаузы усиливает интенсивность волны, частота которой должна быть близка к верхнегибридной. Согласно данным вертикального зондирования ионосферы для станции, расположенной рядом с пунктом наблюдения эффектов гидирования, этот пункт во время сеансов гидирования расположен глубоко внутри главного ионосферного провала, ближе к его южной границе. Критические частоты  $f_{\text{of2}}$  для рассматриваемых сеансов лежат в пределах  $f_{\text{of2}}=1,5-2,0$  МГц. Наклонное зондирование ионосферы выявляет наличие в районе приемо-передающего центра гидирования достаточно выраженных  $E_s$ -отражений от ионосферы. Они имеют эпизодический, но весьма вероятный характер и, в принципе, могут ощутимо влиять на процесс гидирования средних радиоволн.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ УЗКОПОЛОСНЫХ КНЧ ИЗЛУЧЕНИЙ В АВРОРАЛЬНОЙ ИОНОСФЕРЕ

О.А.Мальцева, Е.Е.Титова

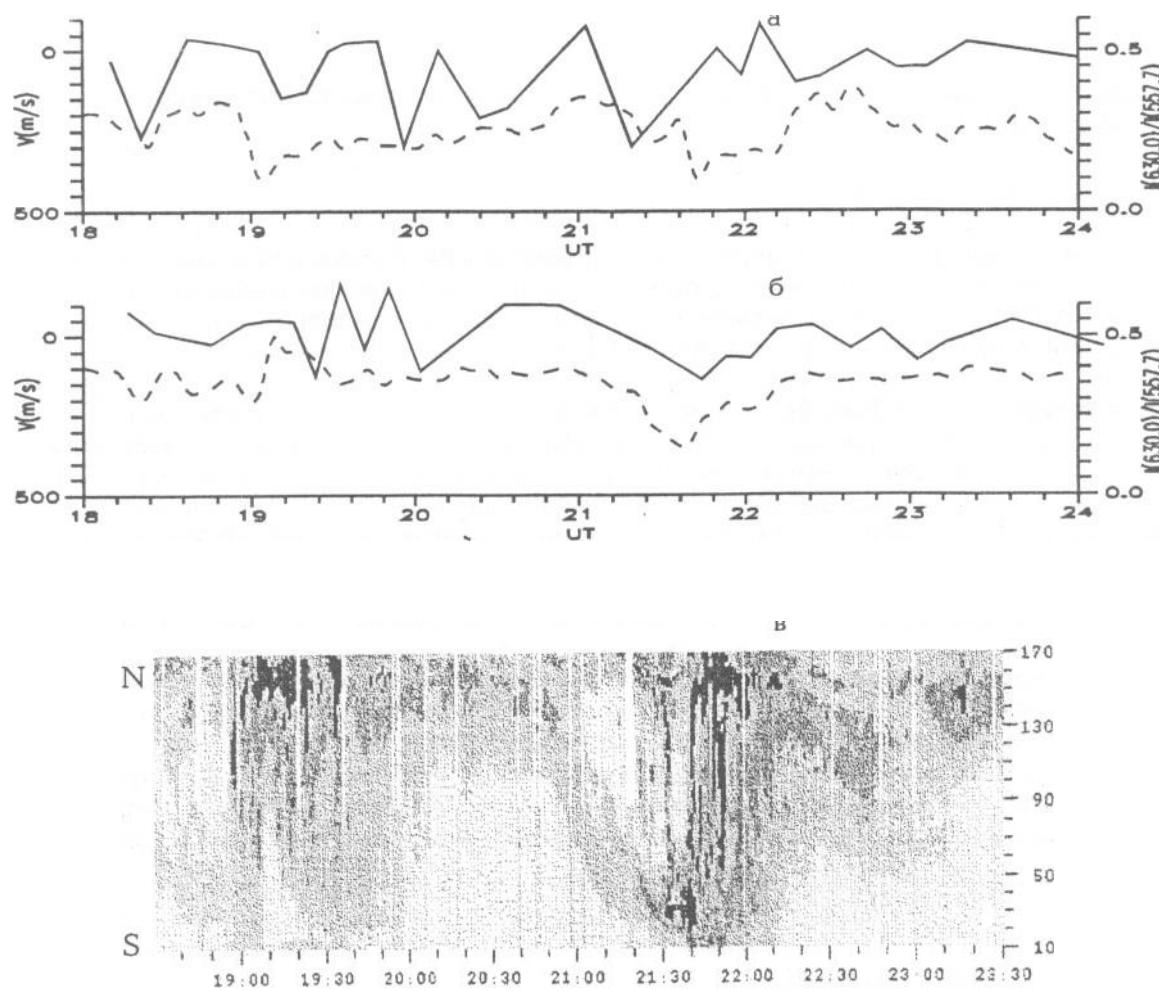
Результаты высокоапогейных спутников S3-3, Викинг, DE-1 показали, что узкополосные КНЧ-излучения на частотах ниже протонной гирочастоты, регистрируемые на больших высотах (3000 -10 000 км), генерируются в области ускорения авроральных электронов [1,2]. Эти излучения генерируются пучками электронов на черенковском резонансе как волны альвеновской поляризации (L-мода), при этом наиболее эффективно возбуждаются волны вблизи резонансного конуса с углами волновых нормалей  $\theta \approx \pi/2$ .

В данной работе рассматривается распространение узкополосных КНЧ-излучений из области генерации в верхнюю ионосферу. Используется метод моделирования [3], хорошо зарекомендовавший себя при интерпретации явлений распространения как в более высокочастотной области (кГц, хоры) [4], так и в низкочастотной (Гц, Рс-1,2) [5]. В [3-5] исследовалось распространение волн R-поляризации, здесь будут рассмотрены волны, имеющие в районе источника L-поляризацию. Модификация метода включает учет трансформации мод подобно [5]. . Как и в [3], задавались высота, L-оболочка старта волны ( $h_{\text{st}}$ ,  $L_{\text{st}}$ ) и различные  $\theta_{\text{st}}$ . Вычислялись L оболочки и углы прихода волн на высоты верхней ионосферы ( $h=1000$  км). Расчеты проводились для частот  $f=100$  - 250Гц,  $h_{\text{st}}=3000$  и 5000км,  $L_{\text{st}}=9,11,13$ , для стандартной модели верхней ионосферы Ne(MO) [3] и моделей авроральной области (3 модели Maeda ).

Результаты расчетов показали, что выход волн L-поляризации на ионосферные высоты обеспечивается их трансформацией в R-волны. Наиболее благоприятными условиями для выхода волн являются низкие концентрации электронов и тяжелых ионов ( $O^+$ ). Наиболее благоприятными условиями старта являются  $h_{\text{st}}=3000$ км,  $L_{\text{st}}=9$  и углы волновых нормалей  $\theta_{\text{st}}>75^\circ$ . Результаты расчетов согласуются с наблюдаемым на низколетящих спутниках максимумом вероятности наблюдения узкополосных КНЧ-излучений в зимние месяцы [6].

1. Temerin M.,Lysak R.L. J.Geophys.Res., vol.89, 2849-2859, 1984.
- 2.Gustafsson G., Andre M., Matson L.J.Geophys. Res., vol.95, 5889, 1990
3. Мальцева О.А., Молчанов О.А. Распространение низкочастотных волн в магнитосфере Земли.М.:Наука, 1987.120с.
- 4 Иржичек Ф., Мальцева О.А., Титова Е.Е., и др. Геомагн. и аэрономия 1986.Т.26, N .С.996-1001.
5. Мальцева О.А.XLVIII Научная сессия Дня радио.М. 1993.С.88-90.
- 6.Любич А.А., Остапенко А.А. Смирнов В.С., Титова Е.Е., Яхнина Т.А. Геомагн. и аэрономия. 1993.Н 6.С.83-90.

# ИОНОСФЕРА



## A NEW VERSION OF THE GLOBAL NUMERICAL MODEL OF THE EARTH'S UPPER ATMOSPHERE FOR STUDIES OF POLAR PHENOMENA

A.A.Namgaladze, O.V.Martynenko, A.N.Namgaladze

(*Polar Geophysical Institute, 15 Halturina Street, Murmansk 183010, Russia; e-mail: namgalad@polar.murmansk.su*)

The global numerical model of the Earth's upper atmosphere developed by Namgaladze et al. (1988, 1991, 1994) has been improved by means of significant increase of its spatial resolution. A new algorithm of numerical solution of the modelling equations has been constructed permitting us to use variable latitudinal steps of numerical integration and thus to enhance latitudinal resolution of the model at polar latitudes.

Numerical integration of the continuity, momentum and energy balance equations for neutral, ion and electron gases as well as the equation for the electric field potential has been performed with latitudinal steps varying from 10 degrees for the thermospheric parameters and 5 degrees for the ionospheric F2-region and protonosphere parameters at the equator to 2 degrees at the auroral zones for all parameters and the results have been compared with those obtained by the use of the regular latitudinal grids. The comparison shows the possibility to enhance the spatial resolution of the model at the polar regions without significant increase of the computer time and memory.

This model has been used to calculate the non-stationary three-dimensional distributions of electric field, thermospheric wind, electron, ion and neutral gas temperature and concentration for the quiet and disturbed days on 24 and 25 March 1987. The results of the calculations have been compared with empirical thermospheric and ionospheric model data as well as with the observation data of the EISCAT incoherent scatter facility and a good agreement between them has been found.

The interdependent variations of electric fields, winds, densities and temperatures caused by the action of varying field-aligned currents and precipitating magnetospheric electron fluxes have been studied and their physical mechanisms have been understood.

This work is supported by the Grants No. RLX000 from the International Science Foundation and No. 94-05-17321 from the Russian Foundation of Fundamental Investigations.

### References

- Namgaladze A.A., Korenkov Yu.N., Klimenko V.V. et al. Global Model of the Thermosphere-Ionosphere-Protonosphere System. //Pure and Applied Geophysics, 1988, V. 127, No.2/3, 219-254.
- Namgaiadze A.A., Korenkov Yu.N., Klimenko V.V. et al. Numerical Modelling of the Thermosphere-Ionosphere-Protonosphere System. // Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics, 1991, V.53, No. 11/12, 1113-1124.
- Namgaiadze A.A., Korenkov Yu.N., Klimenko V.V. et al. // Numerical Modelling of the Global Coupling Processes in the Near-Earth Space Environment. COSPAR Coll.Ser., 1994, V.5, 807-811.

## СВЯЗЬ ТЕМПЕРАТУРЫ НИЖНЕЙ ТЕРМОСФЕРЫ С СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТЬЮ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗЫ QBO

В.М.Игнатьев, В.А.Югов, С.В.Николашкин (*ИКФИА ЯНЦ СО РАН*)

Приводятся результаты исследования корреляционной связи между температурой нижней термосферы и плотностью потока солнечного излучения на длине волны 10.7 см в зависимости от фазы квазидвухлетних осцилляций (QBO - quasi-biennial oscillation) стратосферного экваториального зонального ветра. Измерения температуры были сделаны на интерферометре Фабри-Перо по доплеровскому уширению контура кислородной эмиссии 557.7 нм в ночном излучении атмосферы на ст. Маймага (63.0 N; 129.7 E) в 1979- 1990 гг.

Показано, что зимой между температурой и плотностью потока солнечного излучения наблюдается отрицательная корреляция в обоих фазах QBO. Антикорреляция во время западной ( $r=-0.77$ ;  $p=0.975$ ) несколько выше, чем в период восточной ( $r=-0.55$ ;  $p=0.955$ ) фазы QBO ( $r$  - коэффициент корреляции,  $p$ - доверительная вероятность). Весной отрицательная корреляция наблюдается в период восточной фазы ( $r=-0.96$ ;  $p=0.955$ ) и положительная в период западной ( $r=0.30$ ;  $p=0.991$ ) фазы QBO. Осенью характер взаимной связи между температурой и индексом плотности потока изменяется на противоположный, чем весной: отрицательная корреляция наблюдается во время западной ( $r=-0.87$ ;  $p=0.999$ ) и положительная в период восточной ( $r=0.41$ ;  $p=0.955$ ) фазы QBO.

## МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ "ПЯТЕН" И "КАПЕЛЬ" ИОНИЗАЦИИ В ДНЕВНОМ ВЫСОКОШИРОТНОМ СЛОЕ F ИОНОСФЕРЫ

В.С.Мингалев, Г.И.Мингалева (*Полярный геофизический институт, Анадырь*)

Возникновение "пятен" и "капель" ионизации в высокоширотной ионосфере является хорошо известным экспериментальным фактом. В качестве объяснения этого явления разными авторами предлагались различные механизмы формирования уплотнений ионизации на уровне слоя F, которые, как правило, включали действие внешних по отношению к ионосфере источников, например, высapsulation пучков энергичных частиц.

В настоящей работе описывается еще один механизм формирования "пятен" и "капель" ионизации в слое F полярной ионосферы, который привлекает действие лишь чисто внутренних ионосферных процессов и не подразумевает воздействие каких-либо внешних факторов. Этот механизм был выявлен нами в ходе расчетов пространственной структуры высокоширотной ионосферы при помощи математической модели конвектирующей полярной ионосферы, учитывающей тепловой режим заряженных частиц. Модель основана на прослеживании за поведением ионосферной плазмы, заключенной в магнитной силовой трубке, которая перемещается по высокоширотной области вдоль траектории конвекции под действием магнитосферного электрического поля. Выявленный механизм должен проявляться при движении магнитных силовых трубок вдоль тех траекторий конвекции, которые над освещенной стороной Земли имеют резкий поворот направления движения от направленного в сторону Солнца к антисолнечному. Следствиями такого резкого поворота являются существенное рассогласование скоростей фотоионизации и рекомбинации в слое F1, возникновение значительных противоположно направленных продольных потоков ионосферной плазмы в слое F2 и формирование, в конечном счете, области повышенных на десятки процентов значений электронной концентрации на уровне F-слоя вдоль участков траекторий конвекции, лежащих вблизи точек резкого поворота направления движения на дневной стороне.

Работа выполнялась при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 94-05-16274).

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЛЯРНОЙ И СУБАВРОРАЛЬНОЙ ИОНОСФЕРЫ

Г.И.Мингалева, В.С. Мингалев (*Полярный геофизический институт, Апатиты*)

В 80-е годы в ПГИ была разработана математическая модель конвектирующей полярной ионосферы [1,2], которая позволила рассчитывать трехмерные распределения ионосферных параметров в полярной области, где горизонтальные движения ионосферной плазмы определяются электрическим полем конвекции. Однако размеры этой области ограничены по широте, и ее граница не опускается, как правило, ниже 60 градусов. В то же время на субавроральных широтах наблюдаются интересные особенности в крупномасштабной пространственной структуре ионосферы, предлагаемые механизмы формирования которых могли бы быть проверены при помощи математических моделей.

В настоящей работе представляется разработанный нами усовершенствованный вариант математической модели [1,2], который позволяет рассчитывать пространственные распределения ионосферных параметров не только в полярных, но и на субавроральных широтах. Усовершенствованный вариант модели основан на численном решении системы уравнений переноса ионосферной плазмы, состоящей из уравнений неразрывности, движения и теплопроводности положительных ионов, а также уравнения теплопроводности электронов. Модель позволяет рассчитывать пространственно-трехмерные распределения электронной концентрации, скорости положительных ионов, ионной и электронной температур в пределах расстояний 100-700 км от земной поверхности.

Нами проведена апробация разработанного варианта математической модели. Полученные результаты расчетов пространственной структуры равноденственной спокойной ионосферы показывают, что модель воспроизводит основные крупномасштабные неоднородные образования в полярной и субавроральной ионосфере, известные из экспериментальных данных.

Работа выполнялась при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 94-05-16274).

1. Мингалева Г.И., Сырникова Т.В., Мингалев В.С. и др. Влияние конвекции на температурный режим полярной ионосферы // Геомагнет. и аэрон.-1982.-Т.22.- С.512-515.
2. Мингалева Г.И., Сырникова Т.В., Мингалев В.С. и др. Моделирование пространственного распределения концентрации и температуры заряженных частиц в полярной ионосфере // Математическое моделирование комплексных процессов. Апатиты.- 1982.- С.3-21.

## ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ГЛОБАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА В ИОНОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Р.Ю.Лукьянова

Распределение электрического потенциала описывается краевой задачей для эллиптической системы уравнений в частных производных на поверхности сферы со следующими специфическими особенностями: (а) разделение сферы на три подобласти, на границе которых ставятся краевые условия нелокального характера; (б) несамосопряженность и (в) вырожденность краевой задачи. Задача решена итерационным методом с регуляризующим оператором, обращение которого совершается с помощью разделения переменных при использовании быстрого преобразования Фурье по одной переменной и прогонки по другой.

В зависимости от распределения проводимости и продольных токов, в рамках задачи были воспроизведены существенно различающиеся в северной и южной шапках распределения электрического потенциала.

## ТЕРМОСФЕРНЫЕ ВЕТРЫ К ПОЛЮСУ И К ЭКВАТОРУ ОТ ЗОНЫ ВЫСЫПАНИЙ: НАБЛЮДЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

С.В.Леонтьев, А.А.Намгаладзе, А.Н.Намгаладзе

(Полярный Геофизический Институт, Апатиты; Мурманск)

Измерения меридиональных термосферных ветров в Е-слое ионосфере, выполненные в предполуночном секторе в обс.Лопарская с помощью интерферометра Фабри-Перо по допплеровскому смещению линии 557,7 нм, выявили существенно различный характер поведения ветров севернее и южнее Лопарской, над которой в это время наблюдались сияния. Севернее Лопарской ветры направлены преимущественно к югу со средней скоростью около 100 м/с в интервале 18.00 - 22.00 UT, испытывая интенсивные колебания с амплитудой такого же порядка и квазипериодами в 20-60 мин. Южнее Лопарской колебания примерно такой же интенсивности имеют место относительно нулевого среднего значения. Большую часть времени колебания севернее и южнее Лопарской носят противофазный характер. В интервале 22.00 - 24.00 UT скорости близки к нулю как севернее, так и южнее Лопарской.

Попытка физической интерпретации этих данных наблюдений была предпринята путем анализа результатов численных модельных расчетов термосферных ветров, выполненных с помощью глобальной модели верхней атмосферы [1] для условий спокойных высыпаний 3-кэвных электронов и для условий скачкообразного усиления их интенсивности в 50 раз длительностью в один час. Результаты расчётов выявили следующие особенности поведения меридиональных ветров к полюсу и к экватору от зоны высыпаний. В спокойных условиях ветры на всех высотах имеют максимальную компоненту к экватору в предполуночном секторе с переходом через ноль около полуночи в согласии с наблюдениями. При переходе через зону высыпаний от высоких широт к низким имеет место падение величины этой компоненты в 2-3 раза на высотах выше 105 км. Величина скачка скорости ветра возрастает с ростом величины электрического поля в полярной шапке.

Через час после скачкообразного усиления высыпаний скорость ветра севернее зоны высыпаний падает, а южнее возрастает; размах широтной вариации возмущения скорости ветра такого же порядка или превышает величину широтного скачка в спокойных условиях. После прекращения усиленного высыпания возмущение скорости ветра имеет характер внутренней гравитационной волны, распространяющейся в обе стороны от зоны высыпаний. Анализ численных результатов указывает на незначительную роль тепловых источников в формировании широтных вариаций меридиональной скорости ветра в окрестности зоны высыпаний по сравнению с процессами обмена импульсом между ионами и нейтральными частицами. В целом все характерные особенности результатов модельных расчётов и наблюдений совпадают, однако амплитуды скоростей в наблюдениях превышают расчётные, что может быть связано с невысокими значениями электрических полей в расчетах и отчасти различиями в сезоне и уровне солнечной активности. Принципиальным является обнаружение в наблюдениях и расчетах скачка меридиональной скорости ветра при переходе через зону высыпаний и наличия генерируемых высыпаниями ВГВ с амплитудой порядка этого скачка.

Работа поддержана грантами №. RLX000 Фонда Сороса и № 94-05-17321, 94-05-16276 РФФИ.

1. A.A.Namgaladze, O.V.Martynenko, A.N.Namgaladze. A new version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere for studies of polar phenomena. Наст. сборник.

## ИЗМЕРЕНИЕ ВЫСОТЫ И РАКУРСНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РАДИОСИЯНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПОВ ПЛАЗМЕННЫХ НЕУСТОЙЧИВОСТЕЙ, ОТВЕТСТВЕННЫХ ЗА ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЕ

В.А.Шафтан, С.В.Антипов (*ИКФИА Якутск СО РАН*)

Отождествления процессов, приводящих к радиосияниям, в рамках наиболее разработанных в настоящее время типов плазменных неустойчивостей, могло быть основано на измерениях распределения радиосияний по ракурсным углам и высотам.

Линейная теория Фарли-Бунемановской (ФБ) неустойчивости допускает ее развитие на ракурсных углах менее одного градуса. Квазилинейные оценки без особых предположений расширяют этот диапазон до 1-2 градусов. Объяснение наблюдений радиосияний на больших ракурсных углах в рамках ФБ неустойчивости встречает большие трудности. Эта неустойчивость может развиваться не выше 120 км. Радиосияния, наблюдавшиеся на ракурсных углах более 2 градусов, могут быть объяснены развитием электростатической ионно-циклотронной (ИЦ) неустойчивости. Эта неустойчивость развивается выше 120 км.

По результатам наблюдений радиосияний на высокопотенциальной радиолокационной станции, позволяющей проводить достаточно точные измерения высоты радиосияний, построили распределения радиосияний по ракурсным углам для двух высотных диапазонов: ниже 120 км. и выше, где могут наблюдаться либо ФБ либо ИЦ неустойчивости, соответственно. Отмечается, что в хорошем соответствии с теорией, радиосияния нижнего яруса - наблюдающиеся ниже 120 км, преимущественно регистрируются вблизи нулевых ракурсных углов и на углах, больших 3 градусов, практически не наблюдаются. Радиосияния верхнего яруса - наблюдаемые выше 120 км, связанные с ИЦ неустойчивостью, наблюдаются с наибольшей вероятностью на углах отличных от нулевых и в более широком диапазоне углов, чем ФБ неустойчивость.

## ВОЗБУЖДЕНИЕ НЧ-ВОЛН ВО ВНЕШНЕЙ ИОНОСФЕРЕ ПУЧКАМИ УСКОРЕННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ

В.В.Васьков (*ИЗМИРАН*)

Приводится расчет интенсивности возбуждения КНЧ-волн на переднем фронте пучка сверхтепловых электронов, создаваемых в ионосфере под действием внешних источников и распространяющихся из ионосферы в плазмосферу. Найден интеграл от инкремента пучковой неустойчивости по времени для волнового пакета, пересекающего область неустойчивости. Предполагается, что характерное время формирования пучка в ионосфере мало по сравнению с временем его распространения в точку наблюдения.

Рассматриваются три типа возбуждаемых волн:

1. Ионно-циклотронные колебания,
2. Колебания, относящиеся к низкочастотному плазменному резонансу,
3. Магнитогидродинамические (МГД)-волны.

Первые два типа коротковолновых (потенциальных) колебаний могут возбуждаться электронами со скоростями меньше Альфеновской. МГД-волны взаимодействуют с более высокозэнергичными частицами. Показано, что инкремент возбуждения МГД-волн мал по параметру  $m/M = 1/1836$ . Однако эффективность взаимодействия быстрой магнитозвуковой (БМЗ)-волны с резонансными электронами может существенно возрасти в случае, когда ее групповая скорость в направлении магнитного поля совпадает с фазовой (указанное условие аналогично известному условию Жандрена для более высокочастотных свистящих атмосфериков). Найдена зависимость волнового вектора и скорости таких БМЗ-волн от их частоты.

Обсуждается возможность приложения рассмотренных процессов для интерпретации эффектов возбуждения КНЧ-волн в нагревных экспериментах.

## ПРОТИВОФАЗНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В Е И F СЛОЯХ ИОНОСФЕРЫ ПРИ СИЛЬНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

А.Е. Козловский, Т. Турунен, В.Б.Ляцкий, Ю.Маннинен, В.В.Сафаргалеев.

На основе данных EISCATa получено, что в неосвещенной ионосфере при сильном электрическом поле (80мВ/м и более) в области пониженной концентрации ионосферной плазмы наблюдается уменьшение температуры электронов ( $T_e$ ) в F-слое при одновременном значительном ее увеличении в E-слое. Это явление оказывается характерным для высокоширотных плазменных желобов.

На основе статистического анализа показано, что  $T_e$  в F-слое в значительной степени определяется интенсивностью электронных высыпаний, в слое же E эта связь гораздо слабее. В то же время, как известно, сильное электрическое поле способно существенно увеличить  $T_e$  в E слое (при развитии Фарлей-Бунемановской неустойчивости), однако в F-слое этот механизм не работает.

Антикорреляция величины электрического поля и интенсивности электронных высыпаний приводит к противофазному поведению  $T_e$  в E и F слоях.

## ИОННЫЙ СОСТАВ D-ОБЛАСТИ ИОНОСФЕРЫ В СЛУЧАЯХ ВЫСЫПАНИЯ ПРОТОНОВ СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

Г.А.Петрова, В.А.Власков (*Полярный Геофизический Институт Мурманск*)  
Е.Турунен (*Геофизическая Обсерватория, Соданкуляя*)

По спутниковым данным о потоках протонов с энергией 4.2-500 Мэв, измеренных во время событий высыпания солнечных протонов (SPE's) 12-14 августа и 23-24 октября 1989 года, вычислены профили функции ионообразования. С их помощью и при использовании детальной модели ионной химии, развитой в ПГИ, выполнено численное моделирование состава ионосферы на высотах 50-90 км. Использованная модель удовлетворительно воспроизводит профили, измеренные во время SPE 12-15 августа 1989.

Посредством масс-спектрометрических измерений установлено, что ионный состав D-области характеризуется преобладанием молекулярных ионов  $O_2^+$  и  $NO^+$  в верхней части D-области (выше примерно 80 км) и преобладанием кластерных ионов в основном  $H^+(H_2O)_n$  в нижней ее части.

В настоящей работе исследована вариация состава положительных ионов в зависимости от степени возмущенности, времени суток и сезона года в терминах параметра  $f^+$ , равного отношению суммарной плотности протонных гидратов к сумме молекулярных ионов.

Расчетами установлено, что рост скорости ионизации, которая является показателем степени возмущенности ионосферы, приводит к уменьшению содержания протонных гидратов на фиксированной высоте и снижению потолка области преобладания протонных гидратов.

Анализ суточной и сезонной вариаций оказался возможным благодаря подобию профилей скорости ионизации и близости ее значений для моментов времени, соответствующих условиям дня 1233 UT (зенитный угол  $Z=84.6$ ) и ночи 2300 UT ( $Z=123.12$ ) в ходе события 23 октября 1989 года и дневным летним условиям 14 августа 1989 года 0315 UT ( $Z=84.6$ ).

Расчеты показали, что высота перехода между областями преобладания молекулярных и кластерных ионов поднимается от 74 км в условиях дня до 78 км в условиях ночи осенью (событие 23 октября) и равна 82 км в дневных летних условиях (событие 14 августа), что на 8 км выше, чем осенью.

## PROTON-HYDROGEN ATOM TRANSPORT IN THE ATMOSPHERE: A COMPARISON OF CALCULATIONAL TECHNIQUES

B.V. Kozelov, V.E. Ivanov (*Polar Geophysical Institute, Apatity*)

D.T. Decker (*Institute for Space Research, Boston College, Newton, MA 02159, USA*)

B. Basu, J.R. Jasperse (*Phillips Laboratory, Hanscom AFB, MA 01731, USA*)

This paper compares three methods for calculating the transport of energetic protons and hydrogen atoms in the earth's atmosphere. The methods are (1) a Monte Carlo (MC) simulation, (2) a discrete energy loss solution to the linear transport (LT) equations, and (3) a continuous slowing down approximation (CSDA). In the calculations performed, all three methods used similar cross sections, the same three component ( $N_2, O_2, O$ ) neutral atmosphere, and incident isotropic Maxwellian proton fluxes of various characteristic energies (1-20keV). A variety of results will be presented including energy deposition and ionization rates, ev/ion pair, hemispherically averaged differential fluxes of protons and H atoms, energy integrated differential fluxes, and proton and H atom flux fractions. It was found that the results obtained from the different techniques are in reasonably good agreement. However, the MC simulation can include processes such as beam spreading and magnetic mirroring that are neglected in the other two models. The differences that these processes can cause and the possibility of using specific MC results to improve the results from the LT or CSDA models will be discussed.

## ВЗАИМОСВЯЗЬ КВАЗИДВУХЛЕТНИХ ОСЦИЛЯЦИЙ (КДО) В ПАРАМЕТРАХ СЛОЯ Es И В МЕТЕОХАРАКТЕРИСТИКАХ НЕЙТРАЛЬНОЙ АТМОСФЕРЫ

Л.В. Егорова

На основе расчетов регрессионной зависимости между параметрами вероятности появления спорадической ионизации Е слоя (PEs) на трех радиолиниях наклонного зондирования и вероятности западного ветра (PBз), вычисленного по аэрологическим данным девяти метеостанций северо-западного региона России за период 1976-1989 гг. сделаны выводы:

- (1) Между параметрами PEs и PBз в зимний период имеется устойчивая линейная связь на четырех уровнях (500,300, 100 и 50) изобарических поверхностей. Коэффициент линейной регрессии, в среднем, равен 0,7.
- (2) Квазидвухлетняя осцилляция в PEs имеет, скорее всего, ветровое происхождение.
- (3) Подтверждается предположение о том, что источником КДО в Е слое являются стратосферные возмущения, которые передаются в нижнюю термосферу посредством распространения вверх планетарных волн.

## ВОЛНОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ИОНОСФЕРЕ ПО ДАННЫМ ДОПЛЕРОВСКОГО НАКЛОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В АКТИВНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ

Н.Ф.Благовещенская, О.В.Колосов

Обсуждаются результаты наблюдений методом наклонного радиозондирования эффектов волновых возмущений в ионосфере, сопровождающих выбросы паров щелочных металлов на высотах ниже (140-160 км) и выше (400-500 км) максимума F-слоя ионосферы. Проведены наблюдения в 12 активных экспериментах в средних широтах (оболочки  $L=1,5-2,0$ ). В 10 экспериментах регистрировались регулярные волновые изменения доплеровских спектров КВ-сигналов. Фиксировались возмущения двух типов через 15-20 мин. после инжекции паров смеси. Длительность волновых возмущений достигала продолжительности до 1 часа. По времени волновые эффекты соответствуют заключительной стадии развития процессов возмущений в ионосферной плазме после выброса примеси в ионосфере.

## SOME PECULIARITIES OF HIGH-LATITUDE IONOSPHERE DURING SPRING EQUINOX

Sergei M. Chernyakov, Nina V. Shulgina (*Polar Geophysical Institute, Murmansk*)

The complex of traditional ground observations methods (a vertical sounding ionosonde and magnetometers) situated near Murmansk (polar latitudes) was supplemented with measurements of total electron content (TEC) by means of navigational satellite signals. The measurements of satellite Doppler signals were carried out at spaced points which were located in the auroral and subauroral zones. Availability of two independent Doppler measurements gives an opportunity to obtain TEC values which can be used for investigation of ionospheric structures and their dynamics in conditions of disturbances. Use of ground data permitted to interpret structural variations of latitudinal profiles of vertical electron content, in particular, a phenomenon of creation and change of ionospheric troughs. For the quiet magnetic and ionospheric period we have latitudinal profiles of vertical electron content without sharp gradients, but the substorms give very structural profiles. It can see visually development of the main ionospheric trough and its peculiarity: a narrow trough of ionization which corresponds the phenomenon of Sub-Auroral Ion Drift. An east and a west electrojets give different influence on the structures development of the ionosphere during a substorm.

## О ВОЗМОЖНОСТИ МОНИТОРИНГА ГЛАВНОГО ИОНОСФЕРНОГО ПРОВАЛА НА СИСТЕМЕ ВЧ РАДИОТРАСС ВО ВРЕМЯ СУББУРЬ

Д.В.Благовещенский, Т.Д.Борисова

Рассмотрены эффекты воздействия главного ионосферного провала одновременно на пять субавроральных ВЧ радиотрасс различной ориентации и протяженности. Обнаружены характерные изменения уровня сигнала в месте приема, азимутальных углов прихода волн и доплеровского сдвига частоты в зависимости от времени, магнитной возмущенности и расположения трассы относительно провала. Показана возможность контроля в реальном времени положения полярной стенки провала и тем самым инвариантной широты (как индекса геофизической активности) границы диффузного высыпания, а также торцевой заходной стенки провала.

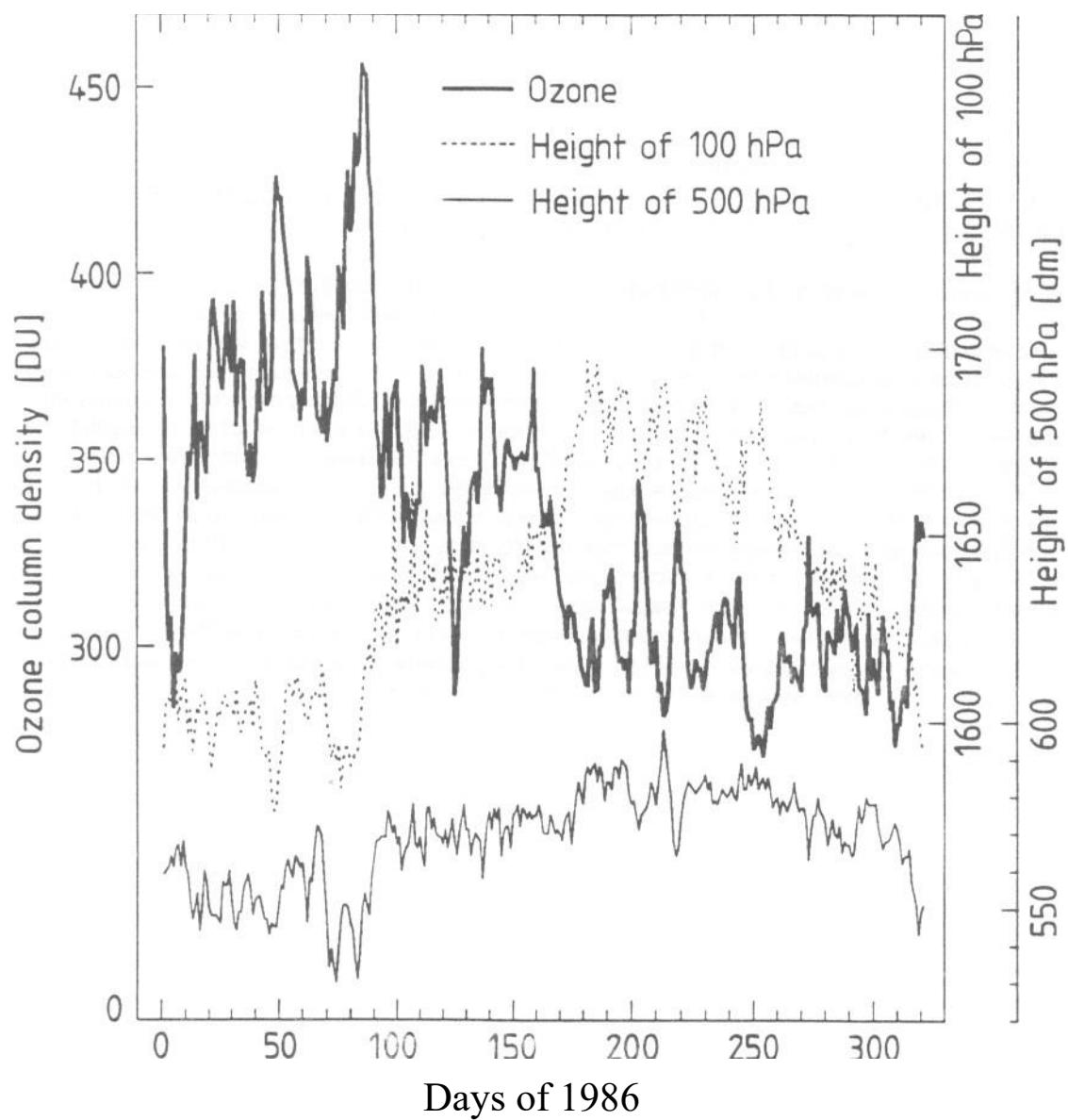
Детально исследованы механизмы возникновения боковых отклонений радиоволн на градиентах ионизации полярной стенки провала и за счет ракурсного рассеяния на авроральных неоднородностях ионосферы. Обсуждаются эффекты суббури в параметрах сигналов. Результаты соответствующего численного моделирования подтверждают данные эксперимента.

## ВКЛАД ЭЛЕКТРОН-ИОННЫХ СОУДАРЕНИЙ В АВРОРАЛЬНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ РАДИОВОЛН

В.К. Ролдугин, А.П. Осепян и Ш. Кирквуд

Были расчитаны высотные профили полного поглощения радиоволн на частоте 32 мГц отдельно для соударений электронов с нейтралами и с ионами для 28 авроральных случаев, приходящихся на 6 ночей в различные сезоны года. Электронная концентрация и электронная температура были взяты из данных EISCAT'a, а состав нейтральной атмосферы находился по модели MSIS-90. В рассмотренных случаях величины суммарного поглощения заключены между 0.19 и 2.7 дБ. Высотный максимум электронной концентрации располагался в большинстве случаев между 100 и 120 км. Доля поглощения, обусловленного электрон-ионными соударениями, колеблется от 2% (утренний сектор в июле) до 43% (вечерний сектор в апреле), а интерквартильная широта её распределения лежит в пределах от 10% до 20%. Такой заметный вклад обусловлен тем, что в E-области во время возмущений частота электрон-ионных соударений сравнивается, а нередко и превышает частоту соударений с нейтралами. Полученная зависимость электрон-ионного поглощения от максимальной электронной концентрации хорошо соответствует квадратичной.

# ОЗОН, АЭРОЗОЛИ, АТМОСФЕРА



## СИНХРОННЫЕ МИКРОВОЛНОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ СТРАТОСФЕРНОГО ОЗОНА В АВРОРАЛЬНОЙ ЗОНЕ

Ю.Ю. Куликов, Л.П. Боровков, И.В. Кузнецов, А.Б. Мазур, В.И. Носов, В.Г. Рыскин, Е.В. Суворов, Г. Витт, Б. Густавссон, А. Нистрём, А. Стин

Микроволновые наблюдения озона в стратосфере авроральных широт выявили значительную изменчивость ОЗ на разных высотных уровнях и с разным временным интервалом. К наиболее интересному результату этих наблюдений следует отнести открытие быстропеременных (менее одного часа) вариаций содержания озона на высотах более 30 км /1,2/. Существует динамический (волновой) подход /3/ к интерпретации "быстрых" вариаций озона, кроме того, к числу возможных источников воздействия на ОЗ следует отнести вторжение энергичных заряженных частиц в верхнюю полярную атмосферу. Непрямым фактом, подтверждающим сказанное, является регистрация кратковременного (продолжительностью около 8 часов) увеличения концентрации озона на высотах 40 - 50 км в 1.5-2 раза во время геомагнитной активности. Эффект получен в результате наших микроволновых наблюдений озона 23-24.09.86 в Апатитах при наличии магнитной бури (сильное полярное сияние, амплитуда изменения Н-компоненты магнитного поля составила  $\sim 800$  нТл). Для выяснения природы вариаций полярного озона мы развернули идентичные озонометрические комплексы аппаратуры в Кируне (68°с.ш., 20°в.д.) и в Апатитах (67°с.ш., 35°в.д.) и провели пробные одновременные наблюдения стратосферного озона (вращательный переход 10,0,10 - 10,1,9 с резонансной частотой 142175.1 МГц) 9-10 февраля 1994 года. Такой эксперимент должен способствовать более четкому разделению физических процессов средней атмосферы, ответственных за пространственно-временные вариации озона выше 20 км. Измерительная техника позволяла определять вертикальное распределение озона в интервале высот 20-50 км с временным разрешением около часа. 10 февраля результаты микроволновых измерений ОЗ в Кируне сопоставлены с данными озона-зонда ECC-4A, запущенного на баллоне в Эсрейндже (30 км от Кируны). При этом получено хорошее согласие (в пределах 15%) вертикальных распределений озона на высотах от 20 до 30 км. А при сравнении вертикальных распределений озона над Кируной и Апатитами не обнаружено временной корреляции в поведении ОЗ. Надо заметить, что синхронные наблюдения ОЗ были выполнены в период спокойной геомагнитной обстановки. По-видимому, пространственная структура распределения озона в эти дни сложилась под влиянием динамических процессов.

1. О.Н. Борисов, В.М. Демкин, Ю.Ю. Куликов и др., Изв. АН СССР Сер. (ФАО), Т.25, 10, С. 1033-1039, 1989.
2. Yu.Yu. Kulikov, I.V. Kuznetsov, A.F. Andriaynov et all., J. of Geophys. Res., V.99, D10, P.21109-21116, 1994
3. T.L. Erukhimova, V.Yu. Trakhtengerts, J. of Atmospheric and Terrestrial Physics, V.57, 2, P.135-139, 1995.

## ВОЗМОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ МЕЖПЛАНЕТНОЙ СРЕДЫ НА КЛИМАТ И ПАЛЕОКЛИМАТ

П.Ф. Крымский (*ИКФИА СО РАН, Якутск 677891, пр. Ленина, 31*)

В [1] предложен механизм передачи момента импульса атмосфере от солнечного ветра и ММП. Вращательный момент направлен вокруг геомагнитной оси на восток, составляет  $10^{21}$  дин.см и вызывает зональную циркуляцию атмосферы на авроральных широтах. Сила Кориолиса уравновешена широтным градиентом давления. На авроральных широтах создается тепловой барьер, разделяющий холодную атмосферу полярной шапки и теплую атмосферу низших широт. Изменения в межпланетной среде с 11 и 22 летней периодичностью вызывают колебания климата. После инверсии геомагнитного поля вращательный момент меняет знак. Тепловой барьер разрушается, тепло с низших широт перемещается в полярную шапку и уходит в космическое пространство. Средняя температура понижается, возникает оледенение, понижается уровень океана, меняется палеоклимат. Последняя инверсия прошедшая 10 тысяч лет назад вызвала потепление, повышение уровня океана и образование Берингова пролива. Согласно предложенному механизму солнечная активность влияет на климат, а инверсии геомагнитного поля - на палеоклимат.

1. Крымский П.Ф. Геомагнетизм и аэрономия. 1993. Т.33. N3, С.7.

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

В.Ф.Ларин,

М.И. Белоглазов, А.Н. Васильев, С.А. Румянцев  
(Полярный геофизический институт, Апатиты)

Обсуждаются предварительные результаты измерений содержания озона в приземном слое атмосферы, выполняемых Полярным геофизическим институтом в течение 1993-95 гг. в трех пространственно-разнесенных точках на Кольском полуострове, а именно: в центральной части г. Апатиты; на расстоянии примерно 15 км от г. Апатиты; в геофизической обсерватории ПГИ Ловозеро. Измерения проводились с помощью озонометров, разработанных на основе хемолюминисцентных сенсоров Гидрометеоинститута (г. Санкт-Петербург).

Анализ имеющихся данных позволяет сделать следующие выводы:

1. В пределах города при температурах меньше  $15^{\circ}\text{C}$ , характерных для арктических районов, наблюдается вызываемое антропогенными факторами уменьшение содержания приземного озона вплоть до практически полного его уничтожения.
2. Переход атмосферы в режим полярной ночи приводит к сильному ослаблению средней суточной вариации концентрации озона в приземном атмосферном слое, что обусловлено, по всей вероятности, исчезновением в этот период солнечной ультрафиолетовой радиации. При этом можно говорить о том, что суточные изменения динамических атмосферных процессов вызывают лишь незначительные изменения в содержании приземного озона.
3. Обсерватория Ловозеро, по-видимому, не может быть использована в качестве станции фонового мониторинга атмосферы, так как на данные измерений заметное влияние оказывают промышленные источники атмосферного загрязнения (правда, это утверждение требует дополнительного изучения).

## OPTICAL EMISSION IN THE ATMOSPHERE CAUSED BY ROCKET LAUNCH

Vartan R. Tagirov (*Polar Geophysical Institute, Apatity*)

Vladimir A. Arinin (*Russian Federal Nuclear Centre, Arzamas-16*)

During auroral observations in Frantz Jozeph Land, (Heis Island, geog. lat. 80.55 , long. 58.00 ) on 23 December 1987 an atmospheric phenomenon was registered by optical instruments (all-sky TV and photographic cameras) which obviously had human made features. It represented a bright circular shaped luminous object with light greenish color which appeared at 11.14 UT at the southern horizon and rapidly expanded and in five minutes reached the zenith of Heis Island. The analysis of optical data from another stations showed that the same phenomenon was seen in three all-sky camera frames made with one minute interval from Cheluskin (geog. lat. 77.35 , long. 104.30 ) which is located at a distance about 800 km from Heis Island. The optical data from two points made it possible to make triangulation to get actual horizontal dimensions of the object, its altitude, velocity and direction of expansion and propagation. It has been calculated on the bases of five consequent all-sky camera frames from Heis Island and three ones from Cheluskin that the height of luminosity was about 700 km, expansion velocity - about 4 km per second, the velocity of propagation of the center of the circle was about 5 km per second. When the northern edge of luminosity reached Heis Island the horizontal dimensions of the circle was about 2000 km in diameter. A line connecting the centers of the circles mapped for different times was propagating from south-west to north-east and pointed to the place a slightly southward from Arkhangelsk city (geog. lat. 64.58 , long. 40.50 ) where Plesetsk rocket range is located. So we conclude that the phenomenon was the result of powerful rocket bunch from Plesetsk.

## К ВОПРОСУ О МОНИТОРИНГЕ ЗА ОБЩИМ СОДЕРЖАНИЕМ АТМОСФЕРНОГО ОЗОНА

В.С.Белоголов (*Полярный геофизический институт, Мурманск*)

Общее содержание озона (ОСО) над данной точкой зависит от: 1) толщины слоя воздуха, 2) метеорологических параметров слоя, 3) динамики слоя, 4) загрязненности слоя, 5) характера подстилающей поверхности, 6) антропогенных воздействий, 7) географического положения точки, 8) времени суток, 9) фотохимии слоя, 10) времени года.

Образуясь и разрушаясь над конкретными регионами в соответствии с вышеизложенным, озон в системе общей циркуляции атмосферы, пере- распределяется в ней, "всплывая" вместе с воздухом над экватором и при этом разрушаясь на высоте порядка 40 км приблизительно за 3 часа, и "утопая" в толще атмосферы на полюсах, где он, защищенный слоем воздуха, консервируется на высоте порядка 15 км и существует там до 100 суток. При этом разделить влияние факторов 1-10 невозможно.

Поэтому целесообразен мониторинг глобальных запасов озона, их баланса и перераспределения.

Существующие модели различного класса в NOAA, ЦАО и др. сложны, громоздки, дороги, труднодоступны и не всегда позволяют прогнозировать поле ОСО.

Предлагается простая, недорогая, легко доступная для использования в любом метеоподразделении физико-статистическая модель поля ОСО в Северном полушарии, основанная на связи поля ОСО с полями давления и температуры. Модель позволяет восстанавливать и прогнозировать поле ОСО в различных регионах Северного полушария в зависимости от присутствующих там типов воздушных масс.

## ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ АТМОСФЕРНОГО ОЗОНА В МУРМАНСКЕ И АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ (СПРАВОЧНИК)

В.С. Белоголов (*Полярный геофизический институт, Мурманск*)

Представлены таблицы среднесуточных значений общего содержания озона (ОСО) в единицах Добсона по данным аэрологической станции Мурманск, обобщенные данные и графические материалы, а также карты среднемесячных значений ОСО для Северного полушария за 1971-1994г.г.

Предназначен для геофизиков, метеорологов, медиков, экологов и специалистов, занимающихся исследованием озонального слоя в Арктике с целью изучения воздействия экстремальных природных условий на человека и технику.

### Содержание:

1. Среднесуточные значения ОСО.
2. Среднемесячные значения ОСО и их внутригодовой ход.
3. Средние многолетние значения ОСО.
4. Многолетние изменения среднемесячных, средних многолетних и среднегодовых значений ОСО.
5. Внутригодовой ход среднемесячных и средних многолетних значений ОСО.
6. Распределение среднемесячных значений ОСО в Северном полушарии.
7. Перечень и координаты озонометрических станций и станций, оснащенных прибором Добсона.
8. Изменения ОСО в Северном полушарии по данным сети приборов Добсона.
9. Физико-статистическая модель для восстановления и прогнозирования поля ОСО в Северном полушарии.

## О СОСТОЯНИИ И ИЗМЕНЕНИИ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ АТМОСФЕРНОГО ОЗОНА В МУРМАНСКЕ И АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

В.С. Белоголов (*Полярный геофизический институт, Мурманск*)

Анализ внутригодового хода ОСО в Мурманске за 1971-94г.г. показывает что, среднегодовое его значение упало с 401 Д.Е. в 1973г. до 309 Д.Е. в 1993г. Максимум ОСО изменился с 483 Д.Е. в апреле 1975г. до 343 Д.Е. в апреле 1993г., а минимум упал с 353 Д.Е. в октябре 1974г. до 228 Д.Е. в октябре 1989г.

Добсоновская озонометрическая сеть Северного полушария дает в основном отрицательные тренды как зимой (до -4,7 процента), так и летом (до -3,3 процентов), а также в среднем за год (до -3,3 процента) и по широтным поясам (до -3,0 процента).

Разрушаясь восходящими конвективными потоками циклонического типа над Северной Атлантикой и Баренцевым морем, озон накапливается нисходящими потоками антициклонического типа и консервируется в толще атмосферы над Охотским морем зимой, достигая значений 470 Д.Е. Отсюда максимум его концентрации распространяется до Баренцева моря, увеличивая ОСО в апреле до 450 Д.Е. С апреля по октябрь поле ОСО в Арктическом регионе размывается под воздействием солнечного и циркуляционного факторов до значений 240 Д.Е. Далее процесс повторяется с годовой периодичностью.

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ В НОРИЛЬСКЕ АТМОСФЕРНЫХ ЭФФЕКТОВ ВЫВОДА НА ОРБИТУ СПУТНИКА "КОСМОС-1715"

В.В. Клименко (*Институт солнечно-земной физики СО РАН, Норильская КМИС, Норильск*)

Во время патрульных авроральных наблюдений 8.01.86 г. на фоне ночного неба зарегистрировано на кинопленку камерой всего неба, сканирующими фотометрами и визуально свечение, связанное с возмущением верхней атмосферы двигательной установкой ракеты-носителя спутника "Космос-1715", запущенной с космодрома Плесецк. Размеры наблюдавшегося возмущения около 1000 км вдоль траектории полета и 400 км в поперечном направлении, высота около 200 км. Из фотометрических данных следует, что свечение обусловлено рэлеевским рассеянием солнечного света на частицах выхлопных струй двигателей. Это подтверждается также распределением свечения по небу, где в процессе расширения газового облака обозначилась граница земной тени.

Радиус частиц, по оценке, равен 0.03 - 0.04 мкм. Это могут быть частицы конденсата, образованного в результате охлаждения выхлопных газов при их быстром расширении из-за большого перепада давлений на срезе сопла и в окружающей атмосфере. Время релаксации наблюдавшегося свечения около 3 минут.

## HORIZONTAL AND VERTICAL MOVEMENTS IN THE OZONE LAYER

V.C. Roldugin (*Polar Geophysical Institute, Apatity*)  
K. Henriksen (*Auroral observatory, Tromso*)

The variations of the total ozone at Middle Asian stations, several others of the former USSR and Tromso, Norway: were examined by auto- and cross-correlation analysis. Periodic processes with amplitude of tens of DU and period of 15 to 25 days occurred simultaneously at many stations. The movement of this wave disturbance is directed to southeast, but at high latitude stations, Murmansk and Tromso, the zonal component becomes westward. The ozone variations over the Middle Asia were compared with the weather maps at the 500 and 100 hPa levels, and southwest movement was found there too. The main cause of decrease and increase of total ozone content in this region is ascending and descending air streams, because there is a significant and negative correlation between the heights of the 100 hPa and 500 hPa levels and the ozone. The ozone column density is positively correlated with the temperature at the 100 hPa and negatively at the 500 hPa. No observed time delay between ozone and temperature changes is found, indicating that the correlation is caused by vertical motions itself. The effect of chemical reactions then seems to have minor importance.

## МЕЗОСФЕРНЫЙ ЗАРЯЖЕННЫЙ АЭРОЗОЛЬ КАК ИСТОЧНИК НЕТЕПЛОВОГО РАДИОШУМА

В.В. Клименко (*Институт солнечно-земной физики СО РАН, Норильск*)

Рассмотрено высокочастотное электромагнитное излучение, возникающее при рекомбинации электронов на положительно заряженную аэрозольную частицу в условиях разреженной атмосферы на мезосферных высотах. Частотный спектр излучений определяется параметрами короткоживущих классических осцилляторов, образующихся при падении электрона на частицу. При некоторых упрощающих предположениях получено, что эффективная шумовая температура излучения пропорциональна заряду частицы в степени 7/3, наклон спектра характеризуется показателем 2/3. Результаты вычислений сопоставлены с характеристиками высокочастотного радиошума верхней атмосферы, наблюдавшегося разными авторами.

<b>А</b>		<b>Е</b>	
Андреев А.М.	24	Евлашин Л.С.	30
Антипин С.В.	47	Егоров Л.В.	49
Антонова Е.Е.	21,22		
Аринин В.А.	30,31,55	<b>И</b>	
Арыков А.А.	26	Иванов В.Е.	49
		Игнатьев В.М.	44
<b>Б</b>		Иевенко И.Б.	11,12
Баишев Д.Г.	13,38	Исмагилов В.С.	30,31,32
Баркова Е.С.	38		
Басу Б.	49	<b>К</b>	
Безингер Т.	40	Кангас Ю.	37,40
Белова Е.	38	Кирквуд Ш.	51
Белоглазов М.И.	54	Клименко В.В.	16,35,57
Белоголов В.С.	55,56	Козелов Б.В.	49
Беспалов П.А.	21	Козелова Т.В.	25
Биккузина Г.Р.	34	Козловский А.Е.	16,48
Благовещенская Н.Ф.	50	Колосов О.В.	50
Благовещенский Д.В.	41,51	Котиков А.Л.	19
Богданов Н.Н.	31	Кропоткин А.П.	10
Большев И.И.	25	Крымский П.Ф.	10,54
Борисов Г.В.	10,12,15	Кубышкина М.В.	14
Борисова Т.Д.	51	Кузнецов И.В.	53
Боровков Л.П.	53	Кузнецов С.Н.	22,53
		Куликов Ю.Ю.	53
<b>В</b>		<b>Л</b>	
Вагина Л.И.	13,14,18	Ларин В.Ф.	54
Васильев А.Н.	54	Левитин А.Е.	15
Васильев И.Н.	11	Леонтьев С.В.	46
Васьков В.В.	47	Лукьянова Р.Ю.	45
Вашенюк Э.В.	32	Ляцкий В.Б.	16,38,39,48
Величко В.А.	10,12,14,15		
Витт Г.	53	<b>М</b>	
Власков В.А.	48	Мазур А.Б.	53
Волков М.А.	17	Мальков М.В.	28
Волосевич А.В.	40	Мальцев Ю.П.	26,27,28
Воронов Е.В.	24	Мальцева О.А.	39,41
		Маннинен Ю.	16,37,48
<b>Г</b>		Мартыненко О.В.	43
Галахов В.А.	31	Мельников А.О.	25
Гальперин Ю.И.	40	Мингалев В.С.	44,45
Ганюшкина Н.Ю.	21,22	Мингалева Г.И.	44,45
Гельберг М.Г.	10,12,14,24	Мирошникова Т.В.	33
Голышев С.А.	15	Молочушкин Н.Е.	13
Гончарова М.	37,39		
Графе А.	21	<b>Н</b>	
Густавссон Б.	53	Намгаладзе А.А.	17,43,46
		Намгаладзе А.Н.	43,46
<b>Д</b>		Николашкин С.В.	44
Декер Д.Т.	49	Нистрем А.	53
Демехов А.Г.	21	Носов В.И.	53
Деспирак И.В.	33		
Джасперсе Дж.Р.	49	<b>О</b>	
Добросельский К.А.	41	Оикаринен А.	37
Домрин В.И.	10		

Осепян А.П.	51	<b>Т</b>
Остапенко А.А.	28	Тагиров В.Р. 30,31,32,55
<b>П</b>		Тимофеев Е.Е. 34
Пархомов В.А.	37	Титова Е.Е. 41
Пашин А.Б.	38,40	Трахтенгерц В.Ю. 21
Петрова Г.А.	48	Турунен Е. 48
Плотников И.Я.	23	Турунен Т. 16,37,48
Платов Ю.В.	32	<b>У</b>
Платонов О.И.	16	Улицкий Н.И. 32
Поллари П.	40	Урбанович В.Д. 37
Пчелкина Е.	38	<b>Ф</b>
Пындык А.М.	32	Федоров А.А. 13
<b>Р</b>		Фридман С.В. 24
Рахматулин Р.А.	37	<b>Х</b>
Решетников П.Д.	10	Халипов В.Л. 23
Ритвельд М.	40	Хенриксен Ч. 57
Ролдугин В.К.	51,57	<b>Ч</b>
Румянцев С.А.	54	Черняков С.М. 50
Рыскин В.Г.	53	Черноус С.А. 32
<b>С</b>		<b>Ш</b>
Самсонов С.Н.	30	Шафтан В.А. 11,47
Сафаргалеев В.В.	16,48	Шишкина Е.М. 19
Сергеев В.А.	14,18,33,34	Шульгина Н.В. 50
Смирнов В.С.	32	<b>Ю</b>
Соболев А.В.	13	Югов В.А. 44
Соколов В.Д.	30	Юмoto К. 13,38
Соловьев С.И.	13,38	<b>Я</b>
Степанов А.Е.	23	Яхнин А.Г. 33
Стин А.	53	
Суворов Е.В.	53	
Суворова А.В.	22,23	

Препринт

ФИЗИКА АВРОРАЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Технический редактор В. А. Ганичев

Подписано к печати 22.02.95.

Формат бумаги 60x84 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 5.61. Уч.-изд.л. 5.45. Усл.краско-от. 5.61.

Заказ № 12 Тираж 50 экз.

---

Ордена Ленина Кольский научный центр им.С.М.Кирова РАН

184200, Апатиты, Мурманская область, Ферсмана, 14