

Российская академия наук
Кольский научный центр
Полярный геофизический институт

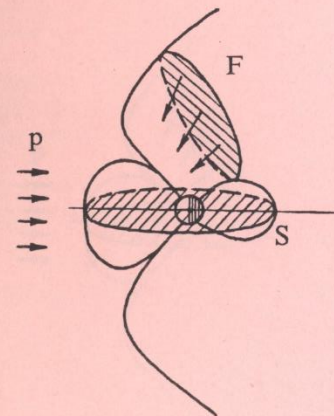
Апатиты

Препринт ПГИ 94-01-96

Физика авроральных явлений

XVII ежегодный
Апатитский семинар

Тезисы докладов



$$Dst = \sqrt{8\pi p} + DR - F/2S$$

1-3 февраля 1994 г.

Апатиты

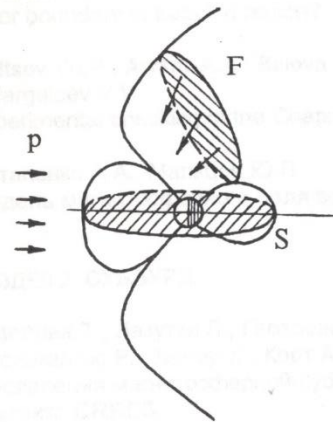
Российская академия наук
Кольский научный центр
Полярный геофизический институт

Препринт ПГИ 94-01-96

Физика авроральных явлений

XVII ежегодный
Апатитский семинар

Тезисы докладов



$$Dst = \sqrt{8\pi p} + DR - F/2S$$

1-3 февраля 1994 г.

Апатиты

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1: БУРЯ

- Евлашин Л.С.
Излучение полярных сияний в условиях экстремально сильных гелио-геофизических возмущений в максимуме 22-го цикла солнечной активности. 9
- Зарецкий Н.С. Гелиомагнитный цикл сверхбури. 9
- Sergeev V.A., Pulkkinen, R.J.Pellinen and Tsyganenko.
Hybrid state of the tail magnetic configuration during steady convection events. 10
- Вагина Л.И., Сергеев В.А.
Уровень отсчета геомагнитных возмущений. 10
- Arykov A.A. and Yu.P.Maltsev.
Does the equatorward boundary of the auroral oval coincide with the outer boundary of trapping region? 11
- Maltsev Yu.P., Arykov A.A., Belova E.G., Gvozdevsky B.B., Safargaleev V.V.
Experimental checking of the Chapman-Ferrado theory. 12
- Остапенко А.А., Мальцев Ю.П.
Модель магнитосферного поля во время бури. 13

РАЗДЕЛ 2: СУББУРЯ

- Козелова Т., Лазутин Л., Гвоздевский Б., Кремзер Г., Расинкангас Р., Зингер Х., Корт А.
Проявления магнитосферной суббури на $L = 5.9-6.7$ по данным спутника CRRES. 15
- Васильев И.Н., Шафтан В.А.
Движение очага микросуббури во время ее взрывной фазы. 16
- Yahnin A.G., Gvozdevski B.B., Malkov M.V., Belian R.D.
Development of substorm ending the steady magnetospheric convection interval. 17

Sergeev V.A., Angelopoulos V., Mitchell D.J., Baker D.N., Reeves G.D., Russell C.T., Singer H.J. Multi-point study of substorm onsets in a sequence of small substorms (Pseudo-breakups).	18
V.A.Velichko, D.Yu.Zakharov, G.V.Borisov. Changes of diffuse aurora brightness before formation of auroral bulge.	19
Вагина Л.И., Сергеев В.А. Взаимосвязь инжекций энергичных частиц с развитием Биркеландовской токовой петли.	19
Алексеев В.Н. Особенности поведения SAR дуг в период суббулевой магнитосферной активности.	20
Черняков С.М., Шульгина Н.В., Брюнелли Б.Е. Наблюдения широтных профилей вертикального электронного содержания во время суббури.	21
Намгаладзе А.А., Мартыненко О.В., Намгаладзе А.М., Волков М.А. Численное моделирование динамики главного ионосферного провала во время суббури 25 марта 1987 года.	22

РАЗДЕЛ 3: ВОЛНЫ И ЧАСТИЦЫ В МАГНИТОСФЕРЕ

Титова Е.Е., Яхнина Т.А., Смирнов В.С. Низкочастотные излучения и высокоширотные геофизические возмущения.	24
Danilova V.C., A.V.Sobolev MHD-fluctuations near bow shock and Pc3-4 geomagnetic pulsations.	24
Соловьев С.И., Баишев Д.Г., Соловьев В.С. Характеристики геомагнитных пульсаций РС-1 и КУП в связи с процессами взаимодействия волна-частица и микросуббулевой активностью.	25

Антонова Е.Е., Ганюшкина Н.Ю. О градиентах давления горячей магнитосферной плазмы как источнике продольных токов и применимости дрейфового приближения при анализе процессов в плазменном слое.	26
--	----

Пашин А.Б., Пчелкина Е.В., Bosinger T. Квазипериодические магнитные возмущения, связанные с импульсными увеличениями электронной плотности, регистрируемыми EISCAT радаром.	27
--	----

Благовещенская Н.Ф., Колосова О.В., Корниенко В.А. Условия и механизм инициирования искусственных высыпаний частиц из геомагнитосферы выбросами паров щелочных металлов.	28
---	----

Корнилов И.А., Турунен Т., Маннинен Ю. Влияние терминатора на интенсивность пульсирующих сияний и ОНЧ-хоров.	29
--	----

Plotnikov I.Ya. Hydromagnetic model of the magnetospheric cusps.	29
---	----

Гвоздевский Б.Б., Сергеев В.А. Рассеяние на токовом слое - возможный механизм высыпания авроральных протонов.	30
---	----

Зверев В.Л. Связь вспышек интенсивности свечения сияний полярной шапки с вариациями динамического давления солнечного ветра.	30
--	----

Реженов Б.В. Возможный механизм возникновения \ominus -авроры.	31
---	----

Yahnin A.G., Titova E.E., Lubchich A.A. et al. Day side high latitude magnetic impulses: properties and relation to SIs.	32
--	----

Любчик А.А., Титова Е.Е., Яхнина Т.А., Ю. Маннинен, Т.Турунен. Импульсные электронные высыпания и наземные ОНЧ измерения в утреннем секторе во время суббури.	33
---	----

Дмитриева Н.П., Сергеев В.А., Погосян А.Г.
Границы высыпаний энергичных протонов и полуденное
восстановление ППШ. 34

Ходатаев Я.К., Вашенюк Э.В., Фадеев В.М.
Процессы ускорения частиц в динамических токовых слоях,
возникающих при взаимодействии волокон. 35

Тимофеев И.Б., Черников В.А., Фадеев В.М., Ходатаев Я.К.
Установка и критерии для моделирования динамических свойств
силовых пространственно-периодических структур (СППС) в
космической плазме. 36

РАЗДЕЛ 4: ИОНОСФЕРА И АТМОСФЕРА

Timofeev E.E., M.K.Vallinkoski, J.Kangas, P.Pollari, T.Virdi,
P.J.Williams, E.Nielsen
Experimental evidence for multi-leaved clover features of the flow
angle anisotropy of 1-m auroral irregularities. 38

Arykov A.A. and Maltsev Yu.P.
Steepening of the back front of a fast moving inhomogeneity in the
ionospheric E-region. 39

Антипин С.В., Шафтан В.А.
Высотное распределение интенсивности радиосияний. 40

Мингалева В.С., Мингалева Г.И.
Особенности поведения пиков электронной температуры в
главном ионосферном провале при разных уровнях солнечной
активности. 41

Мингалева Г.И., Мингалева В.С.
Численное моделирование теплового режима полярной
ионосферы в разные сезоны. 42

Козелов Б.В., Козелова Т.В.
Накопление плазмы в F2 области как результат потери заряда,
вносимого высыпающимся потоком протонов. 43

Козловский А.Е., Ляцкий В.Б.
О механизме уменьшения концентрации плазмы в окрестности
авроральной дуги. 44

Крымский П.Ф.
О возможном влиянии солнечной активности на зональную
циркуляцию атмосферы и распределение озона в высоких
широтах. 45

Крымский П.Ф.
Возможный механизм влияния межпланетной среды на
атмосферные процессы. 46

Дашкевич Ж.В., Козелов Б.В., Иванов В.Е.
Полосы системы LBN в протонных сияниях. 47

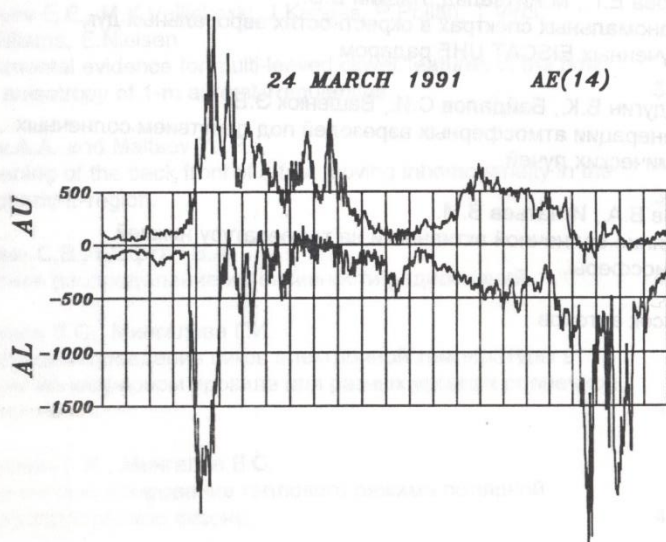
Белова Е.Г., М.Ритвельд, Ляцкий В.Б.
Об аномальных спектрах в окрестностях авроральных дуг,
полученных EISCAT UHF радаром 47

Ролдугин В.К., Байдалов С.И., Вашенюк Э.В.
О генерации атмосферных аэрозолей под действием солнечных
космических лучей. 48

Югов В.А., Игнатьев В.М.
Влияние солнечной активности на температуру нижней
термосферы. 48

Список авторов 49

БУРЯ



ИЗЛУЧЕНИЕ ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНО СИЛЬНЫХ ГЕЛИО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ В МАКСИМУМЕ 22^{ГО} ЦИКЛА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

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

Исследованы характеристики полярных сияний во время очень больших геомагнитных бурь 22-го цикла солнечной активности, когда абсолютные значения Dst-вариации превышали 250 нТл: 20-21.10.89, 24-25.03.91, 28-29.10.91, 08-09.11.91. Найдено, что полярные сияния во время этих бурь уверенно регистрировались в средних широтах (Грузия, южные районы США, Япония), сведений о наблюдении полярных сияний в приэкваториальных районах (Индия, Куба и др.) пока не поступало. В авроральной зоне (Кольский полуостров) в эти периоды отмечались в основном полярные сияния красного цвета типа А, в спектрах которых интенсивность красной кислородной линии 6300 Å превышала интенсивность зеленой линии 5577 Å более чем в 2 раза. Во время фазы развития трех последних бурь в обл. Лопарская регистрировались красные авроральные дуги (I₆₃₀₀ ~ 25kR), время существования которых достигало нескольких часов. Суммарное значение интенсивности свечения в видимой области спектра в каждом из четырех случаев было невелико и составляло ~ 1эрг/см² сек.

ГЕЛИОМАГНИТНЫЙ ЦИКЛ СВЕРХБУРЬ

Зарецкий Н.С. (ИКФИА СО РАН, г.Якутск)

Анализировались каталоги aa- и Kp-индексов, магнитных бурь, поглощения радиоволн D-слоем и ионосферных бурь на станциях Кюлюнгсборн и Якутск с 1868, 1878, 1932, 1948, 1958 гг. соответственно.

Установлено, что возмущения, описываемые наибольшими значениями параметров, а также очень большие магнитные и ионосферные бури более часты на спаде нечетного (НЧ), в минимуме и на ветви роста четного (Ч) 11-летних солнечных циклов, чем в Ч-НЧ-эпоху.

Первая из этих эпох характеризуется пониженным уровнем средней геомагнитной возмущенности и северной (!) компонентой среднестатистического межпланетного магнитного поля в солнечно-магнитосферной системе координат. Фоновая меридиональная составляющая общего магнитного поля Солнца (Bz GSEQ) на орбите Земли, по-видимому, отсутствует.

HYBRID STATE OF THE TAIL MAGNETIC CONFIGURATION DURING STEADY CONVECTION EVENTS.

V.A.Sergeev, T.I.Pulkkinen, R.J.Pellinen and N.A.Tsyganenko

Previous observations have shown that during periods of Steady Magnetospheric Convection (SMC) the plasma sheet contains large magnetic flux (corresponding to ~10 deg. wide 'double' auroral oval at the nightside) and that the magnetic configuration in the mid-tail is relaxed (the current sheet is thick and contains enhanced Bz), as typical for the substorm recovery phase. Using GOES and CCE data, magnetic field modelling and a novel diagnostic technique (Isotropic Boundary Algorithm) we show that in the near-Earth tail, on the contrary, the magnetic configuration is very stretched during the SMC events, due to an intense thin azimuthal current, and, because of a strongly depressed Bz a large radial gradient of B (the so-called 'wall' region) is building up. These signatures have been previously associated only with the substorm growth phase. Our results indicate that during the SMC periods it is quite possible to have a very peculiar magnetic configuration with co-existing thin near-Earth current sheet and thick mid-tail plasma sheet. The deep local minimum of the equatorial Bz that develops at $r \sim 12 R_e$ is required for the steady adiabatic (Earthward) convection in the midtail. The results, however, impose constraints on the existing substorm theories and require an explanation, why such a stressed configuration may persist for such a long time, without a disruption of the tail current, as it happens at the end of substorm growth phase.

УРОВЕНЬ ОТСЧЕТА ГЕОМАГНИТНЫХ ВАРИАЦИЙ.

Вагина Л. И., Сергеев В. А (Ст-Петербургский университет)

В работе изучается влияние разных источников на изменчивость Sq - вариации. Сделаны оценки ошибок, вносимых при интерпретации геомагнитных возмущений разной длительности, если за уровень отсчета выбрана Sq - вариация. Ошибка достигает 10-12 нТл. в ночные часы и 25 нТл. в дневные. Предложена методика получения уровня отсчета, снижающая ошибки более чем в 2раза.

DOES THE EQUATORWARD BOUNDARY OF THE AURORAL OVAL COINCIDE WITH THE OUTER BOUNDARY OF TRAPPING REGION ?

A.A.Arykov and Yu.P.Maltsev (Polar Geophysical Institute, Apatity)

During magnetic storm, i.e. under increased Dst-variation the auroral oval moves equatorward [Akasofu and Chapman, SOLAR-TERRESTRIAL PHYSICS, Oxford, 1972]. Theoretical explanation of this fact depends essentially on what is the answer to the question which stands in the title of the present work. According to Siscoe [Planet.Space Sci., 1979,27,285] the inner edge of the ring current maps onto the equatorward boundary of the auroral oval. This suggestion allows to interpret the observed equatorward shift of the oval as a result of ring current strengthening during storms. The experimental results [Feldstein and Starkov, Planet.Space Sci., 1970, 18, 501; Sergeev et al., Geomagn.Aeronomy, 1983, 23, 972], however, lead to the conclusion, that the trapped plasma region maps on subauroral latitudes. In this case the ring current doesn't affect significantly the sizes of the auroral oval and some other theory is needed to explain the observations.

In the work by Arykov and Maltsev [Geomagn.Aeronomy,1993,33,#6,67] the contributions of the ring current and magnetotail currents to the storm-time depression have been compared under assumption that the ring current flows in the subauroral magnetosphere. Using the results of this work one can obtain that under quiet conditions each 5.4 nT in Dst caused by the magnetotail current strengthening correspond to 1 equatorward shift of the auroral oval. Under storm-time conditions the sensibility of the oval equatorward boundary location to the magnetotail current strengthening is about 5 times weaker. Ring current effect in the location of the equatorward boundary of the auroral oval is two orders weaker than that of the magnetotail currents in quiet conditions and factor 4 weaker in storm-time conditions. Since the calculated dependence of the latitude of the equatorward boundary of the auroral oval appeared to be close to the observed one, we can confirm the conclusion that this boundary maps on the outer boundary of stable trapping.

EXPERIMENTAL CHECKING OF THE CHAPMAN-FERRARO THEORY

Yu.P. Maltsev, A.A. Arykov, E.G. Belova, B.B. Gvozdevsky, V.V. Safargaleev
(Polar Geophysical Institute, Apatity)

According to the Chapman-Ferraro theory (CFT), storm-time depression is determined as $Dst = DCF + DR$ where $DCF = \chi \sqrt{8\pi p_{dyn}}$ is the geomagnetic effect of the magnetopause current, p_{dyn} is the solar wind dynamic pressure, χ is the coefficient, depending on the magnetopause form. There are some experimental facts which contradict this theory. First, Mead's calculations give $\chi = 0.52$, whereas experiment yields $\chi = 0.27$. The difference is generally explained by the ring-current influence. Thus, the ring-current effect is included twice to the CFT. Second, the CFT predicts the magnetic field in the subsolar point B_s to be at least factor 2 greater than the dipolar field B_d , i.e. $B_s \geq 2B_d$, while storm-time observations give $B_s \approx B_d$. Third, during storm the dayside magnetopause moves to the earth much closer than it follows from Mead's calculations. Fourth, it is impossible to interpret the equatorward shift of the auroral oval with Dst growth in terms of the CFT. Fifth, the CFT fails to explain the immediate response of the Dst to the southward IMF, which is observed in experiment.

We suggest to use the more accurate expression

$$Dst = \sqrt{8\pi p} + DR - F/2S$$

where p is the solar wind pressure in the stagnation point, $S = \pi r_s^2$ is the equatorial cross-section of the stable trapping region which boundary goes along the contour $B = B_s = \sqrt{8\pi p}$; r_s is the radius of this boundary approximately equal to the stand-off distance, F is the magnetic flux beyond the stable trapping region. The southward IMF transfers geomagnetic field lines from the dayside to the magnetotail thus increasing F , widening the auroral oval, and strengthening Dst . Radius of the stable trapping region can be found from the equation

$$r_s (\pi r_s^2 \sqrt{8\pi p} + F) = 3\pi (M_E + M_{RC})$$

where M_E and M_{RC} are the magnetic dipoles of the earth and ring current respectively. Growth of the flux F leads to the decreasing to r_s that is to erosion of the dayside magnetosphere. All the five observations listed above which are not in agreement with the CFT can be quantitatively described by our theory.

МОДЕЛЬ МАГНИТОСФЕРНОГО ПОЛЯ ВО ВРЕМЯ БУРИ

А.А. Остапенко, Ю.П. Мальцев (Полярный геофизический институт, Апатиты)

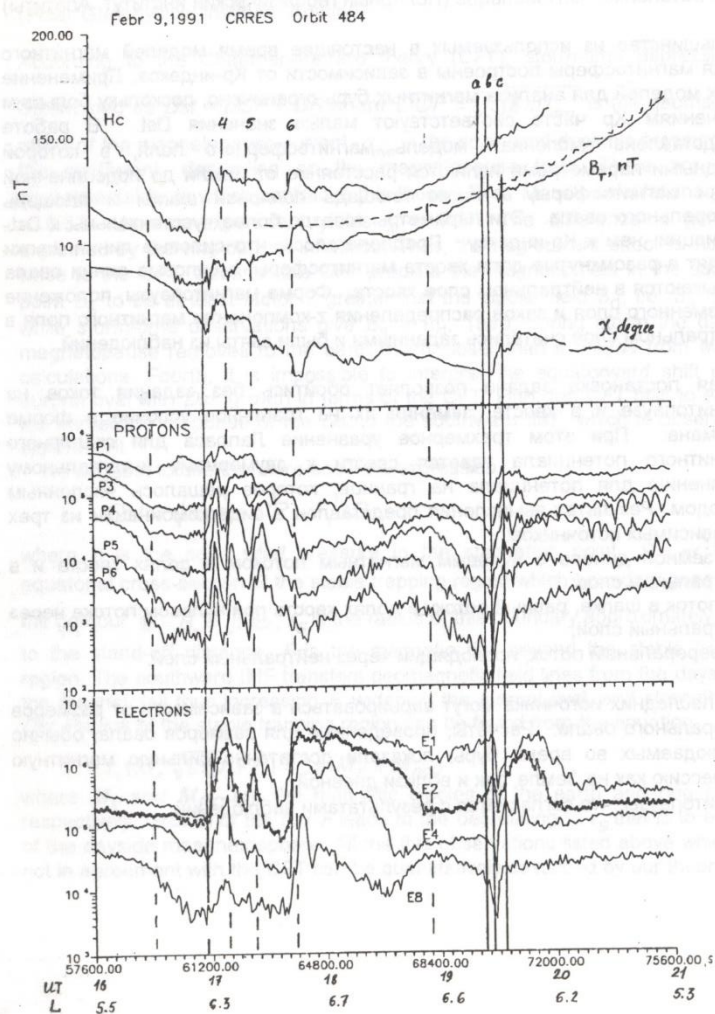
Большинство из используемых в настоящее время моделей магнитного поля магнитосферы построены в зависимости от Кр-индекса. Применение этих моделей для анализа магнитных бурь ограничено, поскольку большим значениям Кр часто соответствуют малые значения Dst . В работе представлена численная модель магнитосферного поля, в которой входными параметрами являются расстояние от Земли до подсолнечной точки магнитосферы, а также площадь полярной шапки и площадь аврорального овала. Эти параметры гораздо более чувствительны к Dst -вариации, чем к Кр-индексу. Предполагалось, что силовые линии шапки уходят в разомкнутые доли хвоста магнитосферы, а силовые линии овала замыкаются в нейтральном слое хвоста. Форма магнитопаузы, положение плазменного слоя и закон распределения z-компоненты магнитного поля в нейтральном слое считались заданными и были взяты из наблюдений.

Такая постановка задачи позволяет обойтись без задания токов на магнитопаузе и в хвосте, заменяя их на граничное условие в форме Неймана. При этом трехмерное уравнение Лапласа для скалярного магнитного потенциала удается свести к двумерному интегральному уравнению для потенциала на границе, которое решалось численным методом. Результат вычисления представлен в виде комбинации из трех независимых источников:

- 1) земной диполь с нулевым магнитным потоком в долях хвоста и в нейтральном слое;
- 2) поток в шапке, равный потоку в долях хвоста при нулевом потоке через нейтральный слой;
- 3) авроральный поток, проходящий через нейтральный слой.

Два последних источника могут варьироваться в зависимости от размеров аврорального овала. Расчеты, проведенные для размеров овала, обычно наблюдаемых во время бурь, показали достаточно сильную магнитную депрессию как на Земле, так и вблизи дневной магнитопаузы, что согласуется с результатами наблюдений.

СУББУРЯ



ПРОЯВЛЕНИЯ МАГНИТОСФЕРНОЙ СУББУРИ НА L=5,9-6,7 ПО ДАННЫМ СПУТНИКА CRRES

Т.Козелова, Л.Лазутин, Б.Гвоздевский, Г.Кремзер, Р.Расинкангас, Х.Зингер, А.Корт

Представляются предварительные результаты анализа данных по магнитному полю и энергичным частицам (протонам 37-3200 кеВ и электронам 21,5-285 кеВ), полученных на спутнике CRRES во время суббури 9 февраля 1991 г., которая имела несколько интенсификаций. Приводятся оценки диамагнитного эффекта наблюдаемых на ИСЗ частиц и вклада более отдаленных от спутника токов. Измерения показывают, что вытягивание магнитных силовых линий в хвост начинается на L=5,9, где ИСЗ располагался в начале подготовительной (ПФ) суббури. Ослабление потоков энергичных частиц, как обычно, сопровождает это вытягивание. Инжекция частиц и диполизация магнитного поля во взрывную фазу (ВФ) суббури наблюдаются, когда ИСЗ находился на L=6,3. Отмечаются следующие особенности: (1) более ранние возрастания потоков электронов на малых питч-углах и протонов на перпендикулярных к магнитному полю углах по сравнению с потоками на остальных углах и асимметричное питч-угловое распределение электронов в области начала суббури на L=6,3 вблизи экваториальной плоскости, (2) в ПФ суббури на L=6,3 вблизи экваториальной плоскости наблюдаются небольшие возрастания потоков протонов 37-147 кеВ, (3) при затухании глобальной суббури в ПФ локальной суббури на L=6,3 ниже экваториальной плоскости на несколько градусов на границе захваченных энергичных частиц наблюдается локальная "яма" в давлении частиц, (4) кратковременное усиление вытягивания магнитного поля перед локальной диполизацией, (5) вытягивания магнитного поля, связанные с возрастаниями потоков протонов или электронов, (6) усиление вытягивания, когда уярчение происходит не на самой экваториальной дуге, и последующая диполизация при активизации на самой экваториальной дуге. Предполагается, что во время некоторых активизаций продольные токи в ионосферу и из нее ограничены из-за относительно малой проводимости ионосферы и одним из основных эффектов является локальное перераспределение экваториального поперечного тока таким образом, что часть этого тока отклоняется радиально от области начала активизации. В результате этого поперечный ток будет расти на некотором расстоянии от первоначальной области разрушения тока, что приведет к еще большему вытягиванию и началу новой активизации в другом месте.

ДВИЖЕНИЕ ОЧАГА МИКРОСУББУРИ ВО ВРЕМЯ ЕЕ ВЗРЫВНОЙ ФАЗЫ

Васильев И.Н., Шафтан В.А. (ИКФИА СОРАН)

Пространственно временная структура суббури исследована с помощью радиолокационных станций. Основные усилия были направлены на изучение движения и эволюции очага микросуббури. Высокие скорости перемещения этого элемента суббури, известные из наблюдений за полярными сияниями и соответствующими геомагнитными пульсациями, потребовали организации специального эксперимента.

Радиолокаторами с веерным расположением диаграмм направленности антенн измерены скорости расширения очага микросуббури. Скорость меняется в течении активной фазы микросуббури - уменьшается, причем по одному и тому же закону во всех суббурях. По иллюстрациям в работах о дрейфе WTS можно заметить такое же уменьшение скорости дрейфа, причем по тому же закону. Уменьшение скорости расширения очага микросуббури может быть связана с различными механизмами обратной связи в системе ионосфера-магнитосфера.

В рамках точки зрения об очаге суббури, как о едином пространственно - временном образовании, содержащем основные явления, характерные для взрывной фазы суббури, уменьшении скорости расширения очага микросуббури находят простое объяснение случаи регистрации Pi1B с "двугорбой" и "одногогорбой" огибающей амплитуды во время одной микросуббури. Как показывают расчеты интенсивности пульсаций в точке наблюдения, с учетом затухания по времени - в очаге суббури, и в пространстве - пропорционально расстоянию от точки измерения до очага суббури, они появляются в зависимости от расстояния до очага микросуббури в момент начала взрывной фазы: если точка наблюдения находится в момент взрыва вблизи очага суббури, на ней наблюдаются пульсации с крутым, почти экспоненциальным спадом, если далеко - с гладкой, "одногогорбой" огибающей, как правило, с малой амплитудой. На промежуточных дальностях наблюдаются "двугорбые" огибающие. Сопоставления расчетов с экспериментом дают хорошее соответствие.

Предложенные представления и полученные зависимости позволяют по наблюдениям в одной точке оперативно получать координаты возникновения очага суббури - ионосферной проекции его. Ретроспективная проверка этого положения дала вполне удовлетворительные результаты.

DEVELOPMENT OF SUBSTORM ENDING THE STEADY CONVECTION INTERVAL

A G Yahnin, B B Gvozdevski, M V Malkov (Polar Geophysical Institute, Apatity)
R D Belian (Los Alamos National Laboratory, Los Alamos)

The Steady Magnetospheric Convection interval on November 24, 1981 was characterized by southward directed IMF during more than 10 hours and the moderate (400 nT in AE index) magnetic activity on the ground without the typical substorm signatures. This SMC interval ended with a substorm started at around 12.30 UT. To study the transition from the SMC to the substorm the ground-based magnetometer and all-sky camera data along with the data of the NOAA low-altitude and LANL geosynchronous satellites were used. The search for the growth phase signatures showed that prior to the substorm there were no such typical signatures as the increase of the convection in the polar cap, the equatorward movement of the polar cap boundary and other auroral zone boundaries, specific magnetic variations at mid-latitude stations. The geostationary satellites did not register either the increase in the magnetic field inclination or specific changes of the anisotropy of the particle distribution in the evening and night sectors, although these parameters exhibited very stretched magnetic field in this sectors during the whole SMC interval. Nevertheless some local increase in the eastward electrojet was detected 20 min before the expansion phase onset as well as a weak decreasing of the convection in the polar cap. Expansion phase of this substorm developed as a sequence of intensifications including the poleward leap. The first onset started in the evening sector slightly further poleward from the >30 keV electron trapped boundary and well equatorward of the poleward edge of the auroral particle precipitation. Despite the lack of the growth phase signatures we conclude that our findings are not in contradiction with the substorm growth phase concept. In fact the SMC provided the conditions in the tail similar to those for the end of a growth phase. The triggering of the expansion phase instability in the near-Earth plasma sheet could result from some external reason. What this reason could be we discuss basing on the above features preceding the expansion phase onset.

MULTI-POINT STUDY OF SUBSTORM ONSETS IN A SEQUENCE OF SMALL SUBSTORMS (PSEUDO-BREAKUPS)

V A Sergeev, V Angelopoulos, D J Mitchell, D N Baker, G D Reeves, C T Russell; H J Singer

We present a case study of a sequence of three substorms on April 15, 1979 (05-09 UT) which were weak (amplitudes about 50-150 nT in the auroral zone and several nT at midlatitudes) and localized (about 2-3 hours MLT). Although two of them have been missed in AE index, all three had quite distinct classical signatures in all regions of interest (including magnetic bays in the auroral zone and at midlatitudes, Pi2 pulsations, sudden dipolarizations and particle injections at the geostationary orbit, strong Earthward plasma flows and other signatures in the midtail plasma sheet). All these signatures have been observed (in favourable observing conditions) within a minute from each other. The ISEE-1 and -2 spacecraft probed the plasma sheet near its center plane at midnight at 15-17 Re close to the central meridian of substorm activations.

A substantial new direct observation is that the reconnection signatures (thin current sheet formation, Bz-variation and plasma streaming) developed suddenly in the central part of the midtail plasma sheet several minutes prior to any other signature of substorm onset. Also, prior to all three substorm onsets, the weak positive Sudden Impulses (a few nT in amplitude) were identified which might be the triggers of these substorms.

CHANGES OF DIFFUSE AURORA BRIGHTNESS BEFORE FORMATION OF AURORAL BULGE

V.A. Velichko, D.Yu. Zakharov, G.V. Borisov (Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy, Yakutsk)

The increase of diffuse aurora (background) brightness with the subsequent more prolonged decrease has been revealed by experimental data of polar aurora brightness variations in the night oval sector a few tens of minutes before the beginning of typical drift of the equatorial arc to the low latitudes. The minimum level of the background brightness is observed before the beginning of sudden aurora expansion to the pole. The duration of the background brightness decrease is from a few tens of minutes to 1.5 hours. The determination possibilities of the substorm preliminary phase beginning by photometric method and realization of short-term forecast of the auroral surge formation beginning in the observation region are discussed.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЙ И ДИНАМИКИ ИНЖЕКЦИЙ ЭНЕРГИЧНЫХ ЧАСТИЦ С ДИНАМИКОЙ БИРКЕЛАНДОВСКОЙ ТОКОВОЙ ПЕТЛИ.

Вагина Л. И., Сергеев В. А (Ст-Петербургский университет)

По данным измерений энергичных частиц и геомагнитного поля на геостационарных спутниках связи США и по результатам расчетов положений и долготных размеров продольных токов трехмерной токовой системы магнитосферной суббури (БТП) с помощью метода инверсии магнитных данных среднеширотных станций проведена долготная локализация очага взрыва суббури. Получено, что с точностью до 5 - 15 градусов границы сектора инъекции соответствуют меридианам продольных токов БТП. Запаздывание начал диполяризации на разнесенных по долготе геостационарных спутниках соответствует ожидаемому времени запаздывания, связанному с долготным во времени расширением БТП.

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ SAR ДУГ В ПЕРИОД СУББУРЕВОЙ МАГНИТОСФЕРНОЙ АКТИВНОСТИ

Алексеев В.Н. (ИКФИА СО РАН, г.Якутск)

Рассмотрены три случая пространственно-временного положения и вариаций интенсивности субавроральных красных дуг на ст. Маймага ($56,5^{\circ}$) в период магнитосферных возмущений. В двух случаях (24.12.89 и 23.02.90) наблюдались обычные появления SAR-дуг на средних широтах во время магнитосферной активности с экваториальным дрейфом в течение ночи, на это движение накладываются более короткопериодные северо-южные перемещения, коррелирующие с вариациями H и D -компонент геомагнитного поля. Один (21.03.91) представляет собой редкий случай регистрации SAR-дуги с высокой интенсивностью 3000 R и последующим ее движением к полюсу с одновременным понижением яркости до 100 R во время восстановительной фазы суббури с резким спадом магнитной активности и дальнейшим стационарным положением до конца наблюдений.

1. В моменты активизации взрывной фазы суббури субавроральная красная дуга быстро движется к экватору с повышенной яркостью свечения.

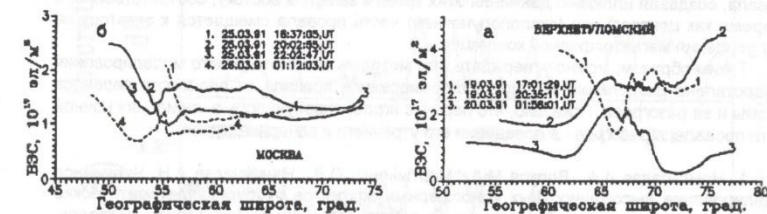
2. Вариации интенсивности свечения SAR-дуги и короткопериодные изменения нерегулярностей ее положения коррелируют с вариациями среднеширотных H и D-компонент магнитного поля и связаны с изменением суббуревой активности на меридиане наблюдений.

3. Резкие увеличения уровня яркости свечения SAR-дуги в сотни и тысячи Релей соответствуют началу взрывной фазы суббури, эти резкие изменения интенсивности эмиссии 630,0 нм в дуге сопровождаются синхронным появлением бухт D-компоненты магнитного поля.

НАБЛЮДЕНИЯ ШИРОТНЫХ ПРОФИЛЕЙ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ВО ВРЕМЯ СУББУРЬ

С.М. Черняков, Н.В. Шульгина, Б.Е. Брюнелли (Полярный геофизический институт, Мурманск)

Прием когерентных частот 150 и 400 Мгц навигационных ИСЗ одновременно в трех геофизически различных зонах: среднеширотной (Москва, $55^{\circ}29'$ с.ш., $37^{\circ}20'$ в.д.), субавроральной (Лехта, $64^{\circ}26'$ с.ш., $33^{\circ}58'$ в.д.) и авроральной (Верхнетуломский, $68^{\circ}36'$ с.ш., $31^{\circ}46'$ в.д.) дал возможность построить профили вертикального электронного содержания (ВЭС) для большого интервала широт, а последовательные наблюдения во времени показали картину их изменения. Профили ВЭС рассчитывались по методике /1/, примененной для высоких широт /2,3/. На рис. а показаны некоторые типичные профили ВЭС в авроральной зоне во время суббури 17 - 21 марта 1991: 1 - главный ионосферный провал с резкой полярной стенкой, область повышенной ионосферной ионизации и более пологая экваториальная стенка провала; 2 - структура типа "плато" с падением ионизации на южном краю и подъёмом на северном; 3 - северный край "плато" сильно опустился, образовав "авроральный провал". На рис. б показаны примеры профилей ВЭС в средних широтах во время сильной магнитной бури 24-28 марта 1991. Провал достиг широт Москвы, структуры профилей ВЭС обнаруживают черты авроральной зоны.



1. Leitinger R., Schmidt G., Tauriainen A., An evaluation method combining the differential Doppler measurements from two stations that enables the calculation of the electron content of the ionosphere, J. Geophys. R., 1975, v. 41, p.201-213.

2. Черняков С.М., Терещенко Е.Д., Куницын В.Е., Брюнелли Б.Е., Полное электронное содержание в авроральной и субавроральной ионосфере по данным радиопросвечивания навигационных ИСЗ, Геомагнетизм и астрономия, 1992, т.32, N4, с.94-99.

3. Chernyakov S.M., Tereshchenko E.D., Brunelli B.E., and Nygren T., Comparison of ionospheric total electron content measured using the difference Doppler and incoherent scatter methods, Ann. Geophys., 1993, 11, p.10-16.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГЛАВНОГО ИОНОСФЕРНОГО ПРОВАЛА ВО ВРЕМЯ СУББУРИ 25 МАРТА 1987 Г.

А.А.Намгаладзе, О.В.Мартыненко, А.Н.Намгаладзе, М.А.Волков
(Полярный Геофизический институт, Мурманск)

В /1/ были представлены результаты численного моделирования высокоширотных ионосферных эффектов суббури 25 марта 1987 г., полученные на основе глобальной численной модели ионосферы, термосферы и протоносферы Земли /2,3/ с использованием грубой пространственной сетки (5 градусов по широте для ионосферных параметров и 10 - для термосферных) и крупных шагов интегрирования по времени (20 минут). После реконструкции модели нами были проведены расчеты с более высоким пространственным и временным разрешением (2 градуса по широте как для ионосферных, так и для термосферных параметров, и 10 минут по времени для параметров термосферы и 2,5 минуты - для ионосферных параметров). Кроме того, в новых расчетах использовалась эмпирическая модель термосферы MSIS-86, а не MSIS-83, как в /1/.

Результаты расчетов электрического поля, электронной и ионной температур и электронной концентрации представлены для геомагнитных широт севернее 60 вместе с данными наблюдений для пункта EISCAT Тромсе /4/. Сопоставление этих результатов с полученными ранее по грубой сетке /1/ показало, что выводы, сделанные в /1/ о механизме формирования наблюдавшегося отрицательного ионосферного возмущения в F2-области авроральной ионосферы и его связи с динамикой главного ионосферного провала, остаются в силе: возмущение в вечернем секторе обусловлено джоулевым разогревом ионного газа и соответствующим ускорением скорости химических потерь ионов атомарного кислорода. Это возмущение вместе с аналогичным возмущением в утреннем секторе формируют западный и восточный край провала, создавая иллюзию движения этих краев к западу и востоку, соответственно, в то время как центральная (околополуночная) часть провала смещается к экватору за счет усиления магнитосферной конвекции.

Таким образом, можно утверждать, что методом математического моделирования осуществлено разделение вкладов в формирование провала от процессов переноса плазмы и ее разогрева. Показано, что перенос играет главную роль в вариациях ночной части провала, а разогрев - в поведении его утреннего и вечернего краев.

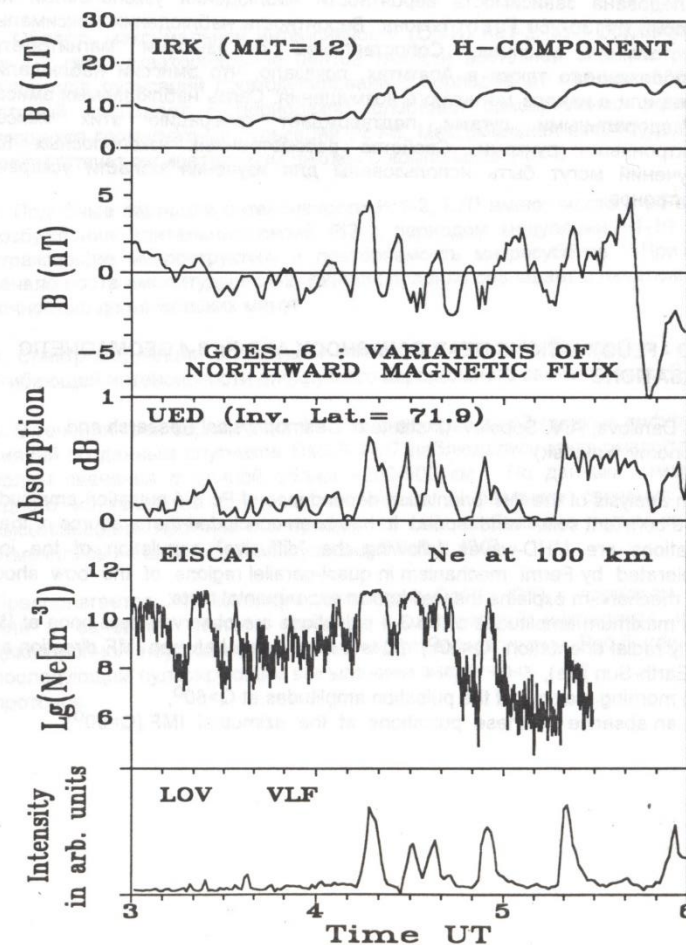
1. Намгаладзе А.А., Волков М.А., Мартыненко О.В., Намгаладзе А.Н. Численное моделирование высокоширотных ионосферных эффектов суббури. //Математические модели ближнего космоса. 3-е совещание памяти В.П.Шабанского. Тезисы докладов. М., НИИЯФ МГУ, 1993, с.39.

2. Намгаладзе А.А., Кореньков Ю.Н., Клименко В.В., Карпов И.В., Бессараб Ф.С., Суроткин В.А., Глуценко Т.А., Наумова Н.М. Глобальная численная модель термосферы, ионосферы и протоносферы Земли. //Геомагнетизм и аэронаука, 1990, т.30, N4, с.612-619.

3. Намгаладзе А.Н., Мартыненко О.В., Качала В.В., Барболина Э.В. Реализация глобальной численной модели термосферы, ионосферы и протоносферы Земли на персональном компьютере. //Математические модели ближнего космоса. 3-е совещание памяти В.П.Шабанского. Тезисы докладов. М., НИИЯФ МГУ, 1993, с.82-83.

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

ВОЛНЫ И ЧАСТИЦЫ В МАГНИТОСФЕРЕ



НИЗКОЧАСТОТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ И ВЫСОКОШИРОТНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ВОЗМУЩЕНИЯ

Титова Е.Е., Яхнина Т.А., Смирнов В.С. (Полярный геофизический институт, Апатиты)

Низкочастотные излучения, регистрируемые на спутнике Ореол-3 в течение нескольких лет, принимались на станции Апатиты в авроральной зоне. Исследована зависимость вероятности наблюдения узкополосных КНЧ эмиссий ($f=130-260$ Гц) от сезона. Вероятность наблюдения максимальна для зимних месяцев. Сопоставление с данными магнитометра, расположенного также в Апатитах, показало, что эмиссии наблюдались перед или в начале магнитного возмущения. Связь наблюдаемых эмиссий с авроральными дугами подтверждает генерацию этих эмиссий электронными пучками. Свойства рассмотренных узкополосных КНЧ излучений могут быть использованы для изучения области ускорения электронов.

MHD - FLUCTUATIONS NEAR BOW SHOCK AND Pc 3-4 GEOMAGNETIC PULSATIONS

V.C. Danilova, A.V. Sobolev (Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy, Yakutsk)

From analysis of the IMF orientation dependence of Pc 3-4 pulsation amplitudes at the constant solar wind speed it has been concluded that a source of these pulsations are MHD-waves following the "diffusive" population of the ions accelerated by Fermi mechanism in quasi-parallel regions of the bow shock. This mechanism explains the well-known experimental facts:

- maximum amplitudes of Pc 3-4 pulsations are observed near noon at IMF nearly radial orientation ($Q < 20^\circ$) (Q is a cone angle between IMF direction and the Earth-Sun line),
- morning maxima of the pulsation amplitudes at $Q > 60^\circ$,
- an absence of these pulsations at the azimuthal IMF ($Q = 90^\circ$).

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕОМАГНИТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ Pc1-2 И КУП В СВЯЗИ С ПРОЦЕССАМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОЛНА-ЧАСТИЦА И МИКРОСУБ-БУРЕВОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Соловьев С.И., Баишев Д.Г., Соловьев В.С. (ИКФИА СО РАН, г.Якутск)

Представлены результаты анализа вариаций амплитуды Pc1-2 и КУП в периоды развития восточной электроструи. Показано, что:

- Область максимальной интенсивности (ОМИ) Pc1-2, КУП локализована на 1-2 град. экваториальнее центра тяжести восточной электроструи, а амплитуда пульсаций промодулирована с периодом от ~40 до ~600 сек, который совпадает с периодами колебаний одновременно регистрирующихся геомагнитных пульсаций Pc4-5. Максимальная амплитуда Pc1-2 соответствует отрицательным циклам D компоненты Pc4-5.
- Подобные вариации интенсивности Pc1-2, КУП имеют место и во время возбуждения длительных серий Pi2 с периодом модуляции ~1-10 мин., отражающие микроструктуру и повторяемость микросуббурь. При этом начало роста амплитуды Pc1-2, КУП как правило совпадает с началом Pi2 с точностью до нескольких минут.
- Спектр модуляции огибающей амплитуды Pc1-2, КУП подобен спектру огибающей интенсивности диффузного аврорального свечения на L~3-4.
- В течении трех серий Pc1-2, КУП на экваториальной границе диффузных сияний по данным спутников DMSP F6/7 наблюдались крупномасштабные волны свечения с длиной волны ~200-500 км. По данным измерений одного из пролетов спутника источником диффузного свечения были высыпавшиеся протоны с энергией ~10 кэВ, наибольшие потоки которых отмечались на широтах ОМИ пульсаций Pc1-2, КУП.

Предполагается, что вариации амплитуды Pc1-2, КУП с периодом ~1-10 мин в вечернем секторе связаны с модуляцией инкремента ионно-циклотронной неустойчивости низкочастотными волнами Pc4-5 или Pi2 с последующим пульсирующим высыпанием энергичных протонов.

О ГРАДИЕНТАХ ДАВЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ МАГНИТОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЫ КАК ИСТОЧНИКЕ ПРОДОЛЬНЫХ ТОКОВ И ПРИМЕНИМОСТИ ДРЕЙФОВОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ ПРОЦЕССОВ В ПЛАЗМЕННОМ СЛОЕ

Е.Е.Антонова, Н.Ю.Ганюшкина (Институт ядерной физики им. Скобельцина Московского Государственного Университета)

Результаты измерений скоростей движения плазмы на спутниках AMPTE/IRM и ISEE в плазменном слое хвоста магнитосферы Земли подтвердили предположение о стохастическом характере данного движения, при котором средняя скорость движения плазмы намного меньше стохастических скоростей. Результаты данных исследований требуют пересмотра концепций формирования токовых систем 1 и 2 и общепринятых точек зрения на природу магнитосферной конвекции (в частности, возможности описания альвееновской экранировки внутренней магнитосферы путем введения эффективной "магнитосферной проводимости"). Одной из возможностей получения результатов в данном направлении является восстановление азимутальных градиентов давления горячей магнитосферной плазмы по данным о продольных токах и сравнение полученных градиентов с экспериментально наблюдаемыми. В настоящей работе азимутальные градиенты восстанавливались при использовании усредненной картины продольных токов Ииджимы и Потемры и модели магнитного поля Цыганенко-87 в предположении о выполнении условия магнитоэстатического равновесия. На базе вычислений градиентов объемов магнитных силовых трубок и известного распределения плотности продольного тока были восстановлены азимутальные градиенты давления для токов зон 1 и 2. Было показано, что в случае токов зоны 2 азимутальные градиенты намного превышают градиенты давления для токов зоны 1, наблюдается значительная утренне-вечерняя асимметрия градиентов, а интегральные перепады давления между днем и ночью намного меньше экспериментально наблюдаемых давлений. Градиенты давления достигали максимальных величин вблизи полуночи, где происходила резкая смена знака градиента. При этом максимуму давления для зоны 2 отвечали ночные часы, а для зоны 1 дневные. Полученные азимутальные градиенты давления сравнивались с экспериментально наблюдаемым распределением плазмы. Результаты такого сравнения показали, что как токи зоны 2, так и токи зоны 1, проецируемые на внутренние области плазменного слоя, могут генерироваться азимутальными градиентами давления горячих частиц плазменного слоя. Рассмотрены механизмы влияния ММП на азимутальные градиенты давления позволяющие объяснить зависимость магнитосферной конвекции от параметров солнечного ветра.

КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИЕ МАГНИТНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ СВЯЗАННЫЕ С ИМПУЛЬСНЫМИ УВЕЛИЧЕНИЯМИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛОТНОСТИ, РЕГИСТРИРУЕМЫМИ EISCAT РАДАРОМ.

А.Б.Пашин, Е.В.Пчелкина, Т.Безингер.

В утреннем секторе, 17 декабря 1990 года, EISCAT радаром зарегистрирована серия коротких импульсных увеличений электронной плотности, которые вероятно, были связаны с высыпаниями в ионосферу электронных пучков. Одновременно с измерениями электронной концентрации регистрировались вариации магнитного поля в трех точках. При сопоставлении магнитных данных была обнаружена систематическая задержка по времени между максимумом магнитного возмущения в IVA и соответствующим максимумом в KIL, ее величина составила примерно 20 с. IVA расположена на 200 км восточнее KIL. Предполагая, что временная задержка связана с движением областей электронных высыпаний в восточном направлении, мы оценили величины скоростей их движения, получив значения от 12 км/с до 32 км/с для различных импульсов. По оценкам, полученным из наших данных, долготные размеры этих областей составляли от 40 км до 150 км. При условии таких высоких скоростей движения областей электронных высыпаний и небольшой скорости электронно-ионной рекомбинации, возникающая в ионосфере область возмущенной электронной концентрации приобретает хвостоподобный вид и не будет точно совпадать с областью электронных высыпаний. Численное моделирование магнитных вариаций, генерируемых на земле подобной ионосферной неоднородностью, дает удовлетворительное соответствие наблюдаемым возмущениям. Обнаруженные квазипериодические магнитные вариации отличаются от наблюдаемых в утреннем секторе пульсаций P1C и могут быть выделены в отдельный класс магнитных пульсаций.

УСЛОВИЯ И МЕХАНИЗМ ИНИЦИИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ВЫСЫПАНИЙ ЧАСТИЦ ИЗ ГЕОМАГНИТОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ ПАРОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

Н.Ф. Благовещенская, О.В. Колосов, В.А. Корниенко (Институт Арктики и Антарктики, Санкт-Петербург)

Инициирование явления искусственного высыпания из геомагнитосферы получило широкое распространение в научных исследованиях. В докладе обсуждаются результаты наблюдений методом доплеровского наклонного радиозондирования эффектов высыпаний, сопровождающих выбросы бариевых (цезиевых) составов веществ на высотах ниже - (140-160 км) и выше - (400-500 км) высоты максимума F-слоя ионосферы. Эксперименты с выбросами ниже максимума F-слоя проводились в средних широтах (L~2) в 1989-1990 гг. Наблюдения инжекций на высотах >400 км выполнены по международному разделу программы КРРЕС в 1991г. в районе Карибского моря (L~1.5).

Анализ экспериментальных доплеровских спектров ВЧ-сигналов (сонограмм) позволил выявить характерные типы сигнальных эффектов (СЭ). Эффекты в виде уширения доплеровских спектров, возникающие в момент выброса (СЭ I типа) и спустя некоторое время после него (II тип, через 2-3 мин), вызываются разлетом инжектируемой примеси и высыпанием электронов. СЭ указанных типов зарегистрированы не во всех наблюдавшихся 12-ти экспериментах.

Проведен анализ геофизических условий и параметров выбросов. Установлено, что инициирование высыпаний осуществлялось в условиях магнитной возмущенности ($K_p > 3$) и наличия режима значительнойpitch-угловой диффузии в возмущаемых магнитных трубках. Из существующих теоретических концепций, обуславливающих высыпание заряженных частиц из геомагнитосферы, наиболее полно результатам наблюдений соответствует механизм электронно-циклотронного резонанса.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИНАТОРА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПУЛЬСИРУЮЩИХ СИЯНИЙ И ОНЧ ХОРОВ

И.А. Корнилов (Полярный геофизический институт, Апатиты)
Т.Турунен (Обсерватория Соданкюля)
Ю.Маннинен (Университет г.Оулу)

По результатам координированных телевизионных наблюдений полярных сияний и ОНЧ-излучений в Ловозеро и Пороярви (Северная Финляндия) показано, что во время местного восхода Солнца (прохождения терминатора) наблюдается кратковременное (20-40 мин.) возрастание интенсивности пульсирующих высыпаний и ОНЧ-излучений типа хоров, причем активизация хоров опережает усиление сияний на 1,5-3 мин. То, что наблюдаемое явление связано с влиянием терминатора, подтверждается величиной задержки эффекта в смещенном на запад по долготе пункте Пороярви (задержка соответствует задержке восхода и составляет около 1 часа), а также соответствующей расчетной сезонной зависимостью момента максимума активизации. Высказывается предположение, что наблюдаемый эффект связан с увеличением потока в магнитосферу фотоэлектронов из освещенной Солнцем ионосферы.

HYDROMAGNETIC MODEL OF THE MAGNETOSPHERIC CUSPS

I.Ya. Plotnikov (Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy, Yakutsk)

Calculated profiles of the velocity, pressure and magnetic field in the hydromagnetic cusp model are compared with the space measurements in the high-latitude boundary layer (mantle). It is shown that the plasma shearing flows in the dayside cusps and mantle are limited in thickness and width due to the relaxation processes of the normal and tangential stresses under the quasi-viscous flow of the magnetosphere by the solar wind. At Hartman numbers $Ha < 10^2$ the stress relaxation is significant and provides "adherence" condition $V=0$ inherent for the usual viscous flow of the solid body surface. At high Hartman numbers the "slip" ($V>0$) of shearing flows observed in non-stationary space situations is possible. The observed inverse flows towards the Sun in cusp are explained by the forced flows electro-dynamically connected to the low-latitude boundary layer (LLBL).

РАССЕЯНИЕ НА ТОКОВОМ СЛОЕ - ВОЗМОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ ВЫСЫПАНИЯ АВРОРАЛЬНЫХ ПРОТОНОВ.

Б.Б. Гвоздецкий (ПГИ, Апатиты)
В.А. Сергеев (С.-Пб. университет, Санкт-Петербург)

Ранее показано, что зона высыпаний энергичных частиц ($E > 30$ кэВ) содержит область анизотропных потоков с практически пустым конусом ионосферных потерь (в этой области частицы совершают адиабатическое движение) и область изотропных потоков (здесь происходит сильное пич-угловое рассеяние на токовом слое). Положение границы между этими двумя областями (изотропной границы) определяется жесткостью частиц. Чем больше жесткость, тем ближе к Земле (на меньшей широте у ионосферы) находится изотропная граница.

В данной работе по измерениям на полярных низколетящих спутниках серии NOAA показано, что экваториальная граница зоны интенсивных высыпаний авроральные протонов (0.3-20 кэВ) располагается полярнее изотропной границы протонов с энергиями 30-80 кэВ и экваториальнее изотропной границы электронов с энергиями > 300 кэВ. Подобная закономерность наблюдается во всех секторах MLT и при различных уровнях магнитной активности. Поскольку протоны авроральные энергии по жесткости находятся между 30-80 кэВ протонов и > 300 кэВ электронов, то указанный выше факт свидетельствует о том, что механизм высыпания авроральные протонов (по крайней мере протонов с энергией 5-10 кэВ, которые дают основной вклад в высыпающийся поток) такой же, как и у энергичных частиц - рассеяние на токовом слое хвоста магнитосферы.

СВЯЗЬ ВСПЫШЕК ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕЧЕНИЯ СИЯНИЙ ПОЛЯРНОЙ ШАПКИ С ВАРИАЦИЯМИ ДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА.

Зверев В.Л. (Полярный геофизический институт, г. Апатиты)

Приведены результаты исследования связи вариаций интенсивности свечения сияний полярной шапки с динамическим давлением солнечного ветра и ММП. Для анализа использовались аскафильмы ст. Восток, измерения параметров солнечного ветра и ММП на спутнике ИМП-8, АЕ-инденсы и магнитограммы экваториальной ст. Хуанкайо за отдельные интервалы 1986 г. Показано, что при положительных B_z ММП практически каждой интенсификации сияний полярной шапки соответствует резкое увеличение динамического давления солнечного ветра.

ВОЗМОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ Θ -АВРОРЫ

Б.В. Реженев (Полярный геофизический институт, 184200, Апатиты)

Рассмотрен возможный механизм возникновения Θ -авроры на основе следующих допущений: 1) в конце фазы восстановления суббури и поворота ММП к северу размеры полярной шапки значительно уменьшаются и внешняя граница плазменного слоя (ВГПС) оказывается глубоко внутри замкнутых магнитных силовых линий; 2) такое положение ВГПС благоприятно для развития желобковой неустойчивости. На ВГПС появляются языки плазмы, которые двигаются в хвост магнитосферы (в проекции на ионосферу с ночной стороны на дневную).

Численным решением уравнений $div(J_i + J_m) = 0$ и $N/t + div(NV) = 0$, где J_i и J_m - линейная плотность токов в ионосфере и магнитосфере (в проекции на ионосферу), соответственно, N - число горячих протонов в магнитной силовой трубке (с единичным течением в ионосфере) между экваториальной плоскостью магнитосферы и ионосферой показано, что при концентрации горячих протонов в плазменном слое $n = 0.4 \text{ см}^{-3}$ и их энергии $w = 5$ кэВ, педерсеновской проводимости в авроральном овале $\sigma_p = 10 \text{ см}$ и $\sigma_D = 1 \text{ см}$ вне его, в течение ~ 20 мин. формируется система полос, вытянутых с ночной стороны овала на дневную, шириной ~ 1000 км и длиной до 3000 км. Совокупность этих полос можно рассматривать как Θ -аврору. Предложенный механизм позволяет понять некоторые особенности, характерные для Θ -авроры.

1. Электрическое поле в полосах направлено с вечера на утро, а между ними с утра на вечер. Область свечения (дуга) расположена на утренней стороне полосы в области вытекающего из ионосферы тока.

2. Θ -аврора с наибольшей вероятностью будет появляться после суббури и одновременном повороте ММП к северу. Суббурия приводит к разогреву плазмы, что способствует развитию неустойчивости, а северное ММП обеспечивает уменьшение размеров полярной шапки.

3. Поскольку полосы образуются из плазменного слоя, то спектральные характеристики вторгающихся в дуги частиц будут близки к спектральным характеристикам частиц вторгающихся в авроральные овалы.

4. При $B_y < 0$ Θ -аврора будет расположена ближе к утренней стороне овала, а при $B_y > 0$ к вечерней, поскольку полосы двигаются по замкнутым силовым линиям. В этих случаях область открытых силовых линий, обусловленная пересоединением геомагнитного поля с B_y -компонентой ММП, будет находиться на вечерней стороне при $B_y < 0$ и на утренней при $B_y > 0$. Здесь будут присутствовать только вторжения частиц полярного дождя (Makita et al., 1991)

DAYSIDE HIGH LATITUDE MAGNETIC IMPULSIVE EVENTS: THEIR CHARACTERISTICS AND RELATION TO THE SUDDEN IMPULSES

A.Yahnin, E.Titova, A.Lubchich (Polar Geophysical Institute, Apatity, Russia)
T.Bosinger, J.Manninen (Dept of Physics, University of Oulu, Oulu, Finland)
T.Turunen (Geophysical Observatory Sodankyla, Finland)
T.Hansen (Auroral Observatory Tromso, Tromso, Norway)
O.Troshichev, A.Kotikov (Arctic and Antarctic Research Institute, St.-Petersburg, Russia)

We considered the day side high latitude magnetic impulsive events occurred during the time interval 04-06 UT of December 17, 1990 using a number of ground-based data including the observations of the middle and high latitude magnetic variations, riometer absorption, VLF emissions, and the EISCAT electron density.

It was shown that:

- at the ionospheric level in the morning sector the current system connected with the transient magnetic spikes consists of the vortex-like currents (isolated spike has double vortex current system). No signatures of such kind of current system has been found in the evening side.
- distance between vortices is about 1500 km on the day side - the vortices propagate tailward approximately along the corrected latitude 72 deg with the velocity of 0.10-0.16 deg/s (3.7-6.0 km/s) on the day side and about 0.23 deg/s (8.5 km/s) in the morning;
- the vortex-like currents are generated near the noon
- characteristic time of the decay of currents is about 15 min

Simultaneously with the vortex-like currents generation the precipitation of the energetic electrons was detected on the day side and in the morning (in sites of 4-6 hours MLT from the noon where the currents were generated); this precipitation band was detected at corrected latitudes 68-72 in the day side. At the same time the VLF emission enhancements were also detected in the morning.

These results along with the data of world-wide magnetic observations in the auroral zone and in the middle latitudes strongly confirm the relation of the specific currents appearing near the noon to the sudden impulses which are usually (and in our case, as it is evidenced from the data obtained by the IMP-8 satellite situated in the solar wind) connected with solar wind inhomogeneities.

ИМПУЛЬСНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЫСЫПАНИЯ И НАЗЕМНЫЕ ОНЧ ИЗМЕРЕНИЯ В УТРЕННЕМ СЕКТОРЕ ВО ВРЕМЯ СУББУРЬ.

Любич А.А., Титова Е.Е. и Яхнина Т.А. (Полярный геофизический институт, Апатиты)
J. Manninen, T.Turunen (Геофизическая обсерватория, Соданкюля, Финляндия)

В докладе обсуждается связь вариаций электронной плотности в E-области ионосферы, наблюдаемых радаром EISCAT в утренние часы 17 декабря 1990 года, с характеристиками ОНЧ-излучений на частотах 0.8 - 2.0 кГц, зарегистрированных на станциях Соданкюля (Финляндия) и Ловозеро (Россия).

Вариации электронной плотности были вызваны двумя группами импульсных электронных высыпаний длительностью в несколько секунд с периодом следования несколько десятков секунд. Характерная энергия высыпающихся частиц 20-40 кэВ. В это время наблюдались квазипериодические хоровые элементы с частотой 0.8-2.0 кГц. Анализ магнитограмм высокоширотных станций и данных спутника CRRES показал, что источником высыпаний служит инжекция частиц с ночной стороны, как результат развития двух суббурь.

Проанализированы изменение энергии высыпающихся частиц и частоты ОНЧ-излучений во время суббурь, динамика периодов следования импульсов высыпаний и групп хоровых элементов. Исследовались характеристики отдельных импульсов и хоровых элементов.

Показано, что наблюдаемые закономерности можно объяснить колебаниями параметров радиационных поясов, вызванными развитием циклотронной неустойчивости.

ГРАНИЦЫ ВЫСЫПАНИЯ ЭНЕРГИЧНЫХ ПРОТОНОВ И ЯВЛЕНИЕ ПОЛУДЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ В ППШ.

Дмитриева Н.П., Сергеев В.А., Погосян А.Г.

Исследуются условия в межпланетной среде и магнитосфере, при которых наблюдается явление полуденного восстановления (ПВ) в поглощении типа полярной шапки (ППШ). Широта границы ППШ определяется конфигурацией геомагнитного поля и зависит от параметров межпланетной среды и уровня магнитосферной возмущенности. Одно из возможных объяснений явления ПВ связывает его с существованием полуденно-полуночной асимметрии в широтах границ ППШ (или границ высыпания протонов). Широты границ (Ф) в полуночном (21-03 MLT) и полуденном (09-15 MLT) секторах сопоставлялись с величинами параметров межпланетной среды (B , B_z , n , V , и др.) и индексами магнитосферной возмущенности (KP и DST). (В качестве величины KP используется обычный KP-индекс, умноженный на 10). Высокая корреляция обнаружена между широтой дневной границы и величиной DST ($r=0.80$) и широтой ночной границы и величинами KP ($r=0.71$) и V ($r=0.85$). Получены регрессионные соотношения для широт границы высыпания протонов в полуденном секторе:

$$\Phi(\text{град}) = 0.12 \text{ DST} + 69.6 \text{ со ср. кв. погр. } 3.2 \text{ град.}$$

и в полуночном секторе:

$$\Phi(\text{град}) = -0.1 \text{ KP} + 66.3 \text{ со ср. кв. погр. } 1.7 \text{ град.}$$

Равенство широт границ высыпаний в дневном и ночном секторах (т.е. отсутствие асимметрии) будет наблюдаться при соотношении величин индексов активности:

$$\text{DST} = -0.83 \text{ KP} - 27.5$$

Учитывая величину среднеквадратичного разброса при определении широты дневной (3.2 град) и ночной (1.7 град) границ высыпания, получим условие $\text{DST} > -0.83 \text{ KP} + 13.3$, при котором ПВ должно наблюдаться с вероятностью 1 и условие отсутствия $\text{DST} < -0.83 \text{ KP} - 68.3$. При промежуточных значениях параметров явление ПВ может наблюдаться с некоторой, не равной 1 вероятностью.

При каждом данном наборе параметров интервал широт, на которых можно наблюдать явление ПВ, определяется из соотношения:

$$-0.1 \text{ KP} + 66.3 < \Phi < 0.12 \text{ DST} + 69.6$$

с учетом погрешности при определении широты границ. Полученные соотношения подтверждены анализом риометрических данных.

УСКОРЕНИЕ ЧАСТИЦ В ДИНАМИЧЕСКИХ ТОКОВЫХ СЛОЯХ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПЛАЗМЕННЫХ ВОЛОКОН.

Я.К. Ходатаев (ИОФ РАН, Москва), Э.В. Вашенюк (ПГИ КНЦ РАН, г.Апатиты), В.М. Фадеев (НПП ВНИИЭМ, Москва)

Предложен механизм ускорения частиц в динамических токовых слоях, возникающих в месте контакта периодически сближающихся и расходящихся плазменных токовых волокон. Такой характер движения волокон может, в частности, иметь место при распаде листового тока на отдельные волокна с последующим их слиянием (коалесцентная неустойчивость), а также при возбуждении колебаний в стационарных токово-плазменных системах.

Структура магнитного поля в окрестности слоев способствует длительному удержанию частиц в зоне ускорения. Периодическое усиление и ослабление поля в окрестности динамического токового слоя приводит к периодическому изменению энергии захваченных в магнитную ловушку частиц (ввиду сохранения адиабатических инвариантов). Однако, при наличии рассеяния, энергия частицы перестает быть периодической функцией времени и за несколько периодов может значительно превысить начальную. Рассеяние частиц может происходить на плазменной турбулентности (причиной которой могут быть и сами ускоренные частицы), а также на крупномасштабных пространственно-временных неоднородностях поля.

В работе получено уравнение, описывающее эволюцию спектра частиц, которое после усреднения удается свести к одномерному уравнению Фоккера-Планка. Обсуждается вид решений этого уравнения для случая стационарной турбулентности. Показано, что ускорение наиболее эффективно в случае, когда частота рассеяния одного порядка с частотой колебаний слоя. В этом случае энергия частицы растет во времени в геометрической прогрессии с инкрементом порядка частоты колебаний. Рассмотрены роль кулоновских потерь, а также ограничения на максимальную энергию частиц, обусловленные магнитным дрейфом.

Показано, что данный механизм ускорения может эффективно действовать в условиях солнечной короны, для которой весьма характерно осцилляторное движение токовых волокон и протуберанцев. Представляет интерес также роль данного механизма в ускорении частиц и нагреве газа при развитии неустойчивости слияния в нейтральном слое хвоста магнитосферы.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант N 93-02-17158

УСТАНОВКА И КРИТЕРИИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИЛОВЫХ ПРОСТРАНСТВЕННО-ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТРУКТУР (СППС) В КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЕ *

И.Б. Тимофеев, В.А. Черников (МГУ, Москва), В.М. Фадеев (НПП ВНИИЭМ, Москва), Я.К. Ходатаев (ИОФ РАН, Москва)

В работе предложен эксперимент по наземному моделированию свойств СППС, возникающих в солнечной короне и хвосте магнитосферы. В качестве лабораторных установок для моделирования предлагаются плазменный фокус ("Фотон") и триакс, имеющиеся в распоряжении авторов. Известно, что в этих установках наблюдаются спонтанно возникающие структуры, которые, как показано авторами, в ряде случаев являются силовыми. Предполагается использование как спонтанных, так и инициированных разрядов.

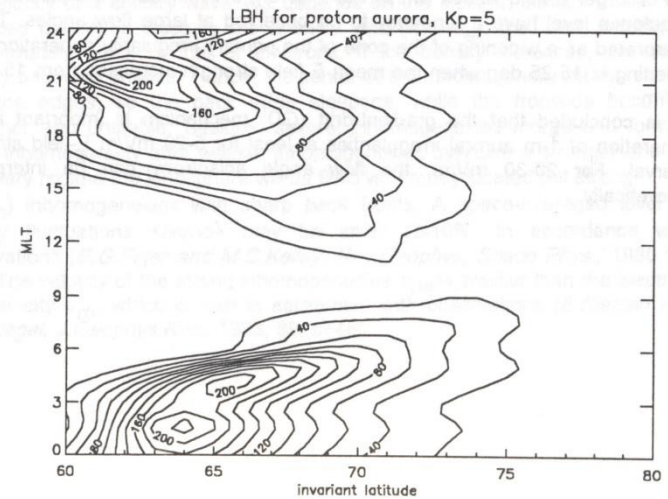
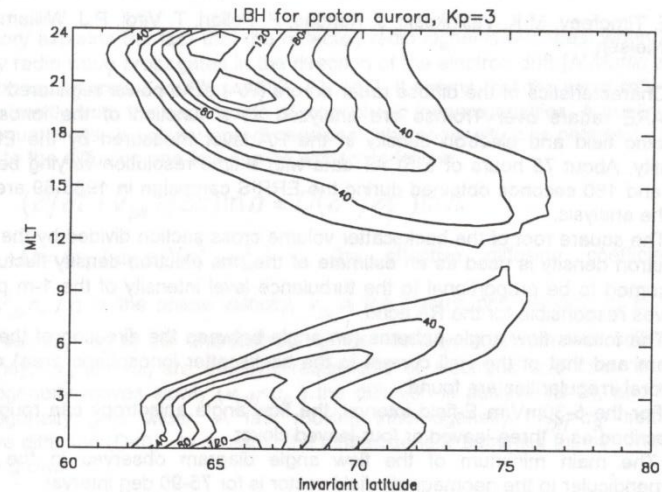
Получены критерии адекватного моделирования. Основными параметрами являются величины ларморовского и дебаевского радиусов по сравнению с размером волокон, а также относительная резистивность системы. Показано, что подбором параметров можно добиться адекватного моделирования как СППС хвоста магнитосферы, так и волокон солнечной короны.

Основное внимание предполагается обратить на динамику слияния токовых волокон и возбуждение обратного тока между ними, которое, как предсказывает теория может происходить по взрывному закону.

Параметры установки, предназначенной для моделирования динамических свойств СППС предполагается варьировать в следующем диапазоне: давление 10 Торр - 1 атм, энергоклад $W = 4,5 - 150$ кДж, интегральный ток $I = 0,7-1,5$ МА напряжение на электродах $U = 25 - 40$ кВ.

Представлены первые экспериментальные результаты, полученные на установке "Фотон" для воздуха с $p = 3-5$ Торр, $U = 15$ кВ, $W = 3$ кДж.

* Работа выполнена в рамках программы "Университеты России".



EXPERIMENTAL EVIDENCE FOR MULTI-LEAVED CLOVER FEATURES OF THE FLOW ANGLE ANISOTROPY OF 1-M AURORAL IRREGULARITIES

E. E. Timofeev, M. K. Vallinkoski, J. Kangas, P. Pollari, T. Virdi, P. J. Williams and E. Nielsen

Characteristics of the diffuse radar aurora (RA) echo power registered by the STARE radars over Tromsø are analyzed as a function of the ionospheric electric field and electron density in the RA layer measured by the EISCAT facility. About 75 hours of EISCAT data with a time resolution varying between 30 and 180 seconds obtained during the ERRIS campaign in 1988-89 are used in the analysis.

The square root of the backscatter volume cross section divided by the mean electron density is used as an estimate of the rms electron density fluctuations assumed to be proportional to the turbulence level intensity of the 1-m plasma waves responsible for the RA echo.

The following flow angle patterns (an angle between the direction of the radar beam and that of the Hall current in the backscatter ionospheric area) of 1-m auroral irregularities are found:

- 1) For the 5-30 mV/m E-field interval, the flow angle anisotropy can roughly be described as a three-leaved or four-leaved clover.
- 2) The main minimum of the flow angle diagram observed in the plane perpendicular to the geomagnetic field vector is for 75-90 deg interval.
- 3) For larger E-field values (within the interval), the minima of the plasma wave turbulence level have a tendency to be observed at large flow angles. This is interpreted as a widening of the cone of the primary irregularity generation. The widening is 15-25 deg when the mean E-field strength increases from 15 to 25 mV/m.

It is concluded that the gradient-drift (GD) mechanism is important in the generation of 1-m auroral irregularities at least for 5-20 mV/m E-field strength interval. For 20-30 mV/m, the flow angle anisotropy can be interpreted theoretically.



STEEPENING OF THE BACK FRONT OF A FAST MOVING INHOMOGENEITY IN THE IONOSPHERIC E-REGION

A. A. Arykov and Yu. P. Maltsev (Polar Geophysical Institute, Apatity)

No theory explains the fact that the reflected radio signal is strongest when the primary radio wave propagates in the direction of the electron drift [N. Mattin and T. V. Jones, *J. Atmos. Terr. Phys.* 1987, 49, 115]. It seems that the wave reflects predominantly from the back fronts of ionospheric inhomogeneities. A nonlinear wave equation for a solitary one-dimensional inhomogeneity was obtained. It is similar to the diffusion one and can be written as follows:

$$(\partial/\partial t + v_{ph} \partial/\partial x) \ln n = D(\partial^2/\partial x^2) \ln n$$

where $D = (v_e / \omega_e \omega_i)(c_s^2 - v_{ph}^2)$ is the effective diffusion coefficient,

$v_{ph} = v_{dx} n_0 / n$ is the phase velocity, v_{dx} is the electric drift velocity, c_s is the sound velocity, n_0 is the undisturbed number density, ν_e is electron collision frequency, ω_e and ω_i are the gyrofrequencies of electrons and ions. If the inhomogeneity moves slowly ($v_{ph} < c_s$) the diffusion is positive ($D > 0$), and the inhomogeneity gets wider. A fast moving inhomogeneity ($v_{ph} > c_s$) suffers negative diffusion ($D < 0$). As a result, the inhomogeneity becomes thinner and its density grows.

The velocity of a solitary wave v_{ph} depends on the electron density. When the disturbed density is close to the ambient one ($n \approx n_0$), the wave velocity is approximately equal to that of electrons. If the density increases, the wave velocity becomes smaller. Hence, the center of the inhomogeneity moves slower than the edges, so the back edge steepens, while the frontside becomes smoother and unstable. Besides, several inhomogeneities merge and form a single inhomogeneity after weaker inhomogeneities overtake a stronger one. In stationary regime the ionosphere will be filled with rarely located but strong ($\delta n > n_0$) inhomogeneities with sharp back fronts. A space-averaged level of density fluctuations $\langle \delta n / n_0 \rangle$ may be small (2-10%) in accordance with observations [B. G. Fejer and M. C. Kelley, *Rev. Geophys. Space Phys.*, 1980, 18, 401]. The velocity of the strong inhomogeneities v_{ph} is smaller than the electron drift velocity v_{dx} which is also in agreement with observations [E. Nielsen and K. Schlegel, *J. Geophys. Res.*, 1983, 88, 5745].

ВЫСОТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ РАДИОСИЯНИЙ.

Антипин С.В., Шафтан В.А. (ИКФИА СОРАН)

Теория радиосияний, основанная на неустойчивости Фарли - Бунемана (ФБ), предсказывает наблюдения радиосияний в зоне полярных сияний, практически, постоянно, за исключением, может быть, особо спокойных периодов. Интенсивность радиосияний изменяется в пределах шести порядков на нулевых ракурсных углах. Теория столкновительной ионно - циклотронной (ИЦ) неустойчивости предсказывает существование радиосияний на высотах 120 - 160 км.

Радиолокационные наблюдения, публиковавшиеся в шестидесятые годы, показывали эффекты, соответствовавшие упомянутому выше. С начала семидесятых публикации о слабых радиосияниях, работы по высотному распределению вероятности появления и интенсивности радиосияний и, вообще, результаты наблюдений на мощных РЛС с узкими в вертикальной плоскости диаграммами направленности исчезли совершенно, хотя соответствующих станций стало намного больше. Публикации данных ракетных исследований мало что давали для исследования радиосияний указанного типа: радиосияния, возникающие в результате упомянутых выше неустойчивостей, имеют пространственные масштабы около метра. Большие масштабы, разрешенные для ФБ неустойчивости, маскируются практически всегда в ионосфере градиентно - дрейфовой неустойчивостью, условия возбуждения которой в ионосфере намного мягче, а для столкновительной ИЦ неустойчивости вероятность развития на масштабах более двух метров падает быстро. Как показывает анализ, по доступным нам публикациям, аппаратуры, поднимавшейся на ракетах, измерения на них проводились в области существенно больших чем метр горизонтальных пространственных масштабах. Ракеты всегда обнаруживали мелкомасштабные неоднородности на высотах до 120 км, хотя и неясно соотношении среди них процессов различной физической природы. На высотах более 120 км. неоднородности не обнаруживались, как правило, что повидимому связано с ограничениями аппаратуры на минимальные измеряемые масштабы.

По измерениям на мощной обзорной радиолокационной станции, имевшей несколько коммутируемых диаграмм направленности в вертикальной плоскости, среди которых две были шириной около 1 градуса, исследовались радиосияния в зоне полярных сияний и вблизи ее южного края. Измерения высот проводились классическим методом, по узким диаграммам в зонах, доступных этим измерениям - сканирования диаграммами в вертикальной плоскости не проводилось. В остальных областях пространства измерения высот проводились радиолокационным томографическим методом. Мощность радиолокационной станции позволяла наблюдать радиосияния во всем диапазоне интенсивности явления - известно, что они появляются с минимальной, характерной для явления интенсивностью, которая ограничена также и сверху. Наблюдения были поддержаны данными обсерватории г. Архангельск.

Показано, что в зоне полярных сияний радиосияния существуют практически постоянно в двух высотных эшелонах - ниже 120 км. и выше, до 140 - 160 км. с ярко выраженным минимумом вблизи 115 км.

Радиосияния на разных высотных эшелонах имеют разные зависимости интенсивности от высоты, от геомагнитной возмущенности. Интенсивность радиосияний (пространственные масштабы около 1 метра) нижнего эшелона меняется с высотой в хорошем соответствии с квазилинейной теорией ФБ неустойчивости в ионосфере. Интенсивность радиосияний на различных высотах по-разному меняется в ходе суббури. ФБ радиосияния имеют сильную ракурсную чувствительность. Практически все радиосияния, обнаруженные на ракурсных углах 3 градуса и более имели ИЦ природу - наблюдались выше 120 км.

Вероятно, ряд проблем в интерпретации данных наблюдения STARE связан с представлениями о существовании в области пространственных масштабов 1 метр только радиосияний с ФБ природой. Широкая в вертикальной плоскости диаграмма направленности установок STARE не позволяет разделить радиосияния различной природы. С другой стороны, разделение ФБ и ИЦ радиосияний позволяет исследовать одновременно, в одной области, на одном приборе и продольные токи и электроджеты.

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ПИКОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В ГЛАВНОМ ИОНОСФЕРНОМ ПРОВАЛЕ ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

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

Путем численных расчетов по математической модели конвектирующей высокоширотной ионосферы, позволяющей получать пространственно-трехмерные распределения ионосферных параметров на уровне слоя F полярней 54 градусов геомагнитной широты, исследуются особенности проявления эффекта повышения электронной температуры в главном ионосферном провале за счет внутренних процессов, а также пространственные распределения электронной концентрации и ионной температуры, которые должны иметь место при вариациях уровня солнечной активности.

Установлено, что абсолютные значения и относительные повышения электронной температуры, обусловленные внутренними процессами, в главном ионосферном провале должны быть наибольшими при минимальной солнечной активности, должны уменьшаться при возрастании солнечной активности и быть наименьшими при максимальной солнечной активности в любой сезон. Такое поведение должно быть следствием влияния плотности нейтральной атмосферы на эффективность процессов охлаждения электронного газа, а также того обстоятельства, что концентрация нейтрального газа изменяется пропорционально уровню солнечной активности. Установлено также, что во все сезоны над одними и теми же точками высокоширотной области при возрастании солнечной активности значения электронной концентрации вблизи уровня максимума F2-слоя должны увеличиваться, значения ионной температуры при этом тоже должны немного увеличиваться.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ПОЛЯРНОЙ ИОНОСФЕРЫ В РАЗНЫЕ СЕЗОНЫ

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

Исследуются изменения пространственной структуры высокоширотной ионосферы, которые должны происходить при смене сезонов, путем проведения расчетов по математической модели конвектирующей полярной ионосферы, позволяющей получать объемные распределения ионосферных параметров на высотах слоя F.

Установлено, что на происходящие при смене сезонов изменения пространственных распределений электронной концентрации, ионной и электронной температур в слое F полярной ионосферы должны оказывать влияние как изменение условий солнечной освещенности, так и сезонные вариации плотности и температуры нейтральной атмосферы. Существенные сезонные вариации должны испытывать пространственные распределения электронной концентрации, которым присуще наличие языка повышенных значений, главного и высокоширотного провалов ионизации, полярного и аврорального пиков ионизации. Проявление этих крупномасштабных неоднородных образований должно быть различным в разные сезоны. Влияние сезона на изменение пространственных распределений ионной температуры должно быть незначительным, т.к. они определяются главным образом электрическим полем конвекции. Пространственные распределения электронной температуры должны испытывать значительные сезонные вариации. Обусловленные внутренними процессами пики электронной температуры в главном ионосферном провале должны быть максимальными зимой, уменьшаться при переходе к равноденствию и быть минимальными летом. Такое поведение должно определяться зависимостью эффективности процессов охлаждения электронного газа от плотности нейтральной атмосферы.

НАКОПЛЕНИЕ ПЛАЗМЫ В F₂ ОБЛАСТИ КАК РЕЗУЛЬТАТ ПОТЕРИ ЗАРЯДА, ВНОСИМОГО ВЫСЫПАЮЩИМСЯ ПОТОКОМ ПРОТОНОВ.

Козелов Б. В., Козелова Т. В. (Полярный геофизический институт КНЦ РАН, Апатиты)

В работе анализируются скорости образования электронов и ионов при прохождении потоков энергичных протонов в атмосфере Земли. Перенос протонно-водородных потоков моделировался методом Монте-Карло в трехкомпонентной атмосфере (N₂, O₂, O) при наличии магнитного поля.

Известно, что при распространении в поглотителе зарядовый состав потока протонов меняется: высыпается в атмосферу чисто протонный поток, однако в поглотителе зарядовый состав в потоке стремится к равновесному, определяемому соотношением сечений реакций перезарядки. Для протонно-водородных потоков с энергиями < 20 кэВ в атмосферных газах зарядовое равновесие смещено в сторону нейтрального атома водорода. При этом, как показали результаты моделирования, большая часть вносимого высыпающимся потоком заряда остается на высотах > 250 км. Поэтому высотные профили скоростей образования электронов и ионов на высотах F₂ области заметно различаются. Из-за того, что продольная проводимость ионосферы много больше поперечной, компенсировать избыток положительного заряда будут, в основном, электроны, приходящие снизу из E области. Это будет обеспечивать непрерывность продольного тока и токов растекания в E-слое.

Таким образом, в F₂ области в зоне высыпания протонов происходит накопление плазмы. Эффективность этого механизма зависит от энергии высыпающихся протонов и растет с уменьшением энергии. Так, для начальной энергии протонов 16 кэВ вклад данного механизма в ионизацию на высотах F₂ слоя составляет около 50%, а для энергии 1 кэВ - более 80%. Показано, что высота накопления плазмы зависит от профиля концентрации нейтральной атмосферы, однако высотный профиль добавочной ионизации не зависит от энергии высыпающихся протонов для начальных энергий менее 16 кэВ. Имеющиеся радарные и ракетные данные подтверждают факт увеличения концентрации плазмы в F₂ слое в зонах протонных высыпаний.

О МЕХАНИЗМЕ УМЕНЬШЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЛАЗМЫ В ОКРЕСТНОСТИ АВРОРАЛЬНОЙ ДУГИ.

Козловский А.Е., Ляцкий В.Б. (Полярный геофизический институт, Апатиты)

Наблюдения ионосферы радарными некогерентного рассеяния часто показывают, что около авроральных дуг в F-слое (на высоте порядка 300 км) возникают области пониженной концентрации плазмы (полости) с содержанием плазмы на ~ 50% меньше фоновой величины. Ширина полостей около 100 км, а время, за которое они образуются, порядка 300 с. В данной работе проведен анализ возможных механизмов формирования подобных полостей и сделана оценка их эффективности. Рассматривались следующие механизмы.

1. Рекомбинация. Предполагалось, что около дуги, в области втекающего продольного тока (уходящих вверх электронов) выключается источник ионизации (высыпание электронов). В этом случае концентрация должна уменьшаться за счет рекомбинации с характерным временем ~ 10000 с на высоте 300 км.

2. Диффузия вдоль магнитного поля может возрасти вследствие увеличения электронной и ионной температур в окрестности дуги; характерное время уменьшения концентрации плазмы при этом составляет порядка 5000 с на высоте 300 км.

3. Эвакуация ионов поперек магнитного поля в области втекающего продольного тока. Этот механизм эффективен в E-слое, а на высоте 300 км он может произвести нужное уменьшение концентрации за 10000 с.

4. Продольное электрическое поле может обеспечить требуемый уход ионов из F-слоя если оно достигнет величины порядка 0.02 мВ/м. Такие продольные поля возможны только при наличии аномального сопротивления электронному току (при генерации ионно-звуковых или ионно-циклотронных волн, например). При этом эффективная частота рассеяния электронов должна быть порядка 10^5 с^{-1} .

5. Увлечение ионов нейтральным ветром вдоль магнитного поля представляется малоэффективным вследствие малых скоростей молекул.

6. Наклонение магнитного поля. Если дуга ориентирована не строго перпендикулярно к магнитному меридиану, то плазма, дрейфующая вдоль дуги вследствие связанного с дугой электрического поля (E в дрейф) будет иметь вертикальную компоненту скорости, направленную вниз или вверх (в зависимости от наклона магнитного поля). В первом случае профиль плазменной концентрации будет опускаться вниз, где концентрация будет быстро уменьшаться за счет рекомбинации. Во втором случае плазма будет подниматься вверх, где больше скорость диффузии вследствие уменьшения с высотой частоты ионно-молекулярных столкновений. Данный механизм может обеспечить образование полости за время порядка 1000 с при угле между дугой и магнитной параллелью порядка 20° .

7. Градиент фоновой концентрации плазмы вдоль дуги. Около дуги наблюдается меридианальное электрическое поле, которое приводит к дрейфу плазмы вдоль дуги. Если плазма движется из области пониженной концентрации, то это приведет к уменьшению концентрации около дуги. За 300 с полость может образоваться в случае, если $\nabla n/n \sim 1/600 \text{ км}$.

Таким образом, показано, что из семи рассмотренных механизмов только три (продольное электрическое поле с аномальным сопротивлением, дрейф в наклонном магнитном поле и градиент фоновой концентрации вдоль дуги) могут быть кандидатами для объяснения полости в окрестности авроральной дуги. Первый из них предполагает существование достаточно большого продольного электрического поля в окрестности дуги, что требует экспериментальной проверки. Второй работает при ориентации дуги относительно магнитной параллели под углом порядка или более 20° . Третий предполагает изменение невозмущенной концентрации плазмы вдоль дуги с характерным масштабом порядка 600 км.

О ВОЗМОЖНОМ ВЛИЯНИИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ЗОНАЛЬНУЮ ЦИРКУЛЯЦИЮ АТМОСФЕРЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОЗОНА В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ

П.Ф. Крымский (ИКФИА СО РАН, г. Якутск)

В [1] рассмотрен механизм передачи атмосфере момента импульса от межпланетной среды. Вращательный момент, действующий на атмосферу, направлен вокруг магнитного полюса и составляет 10^{21} дин.см. Квазивязкое взаимодействие ускоряет атмосферу на восток, компоненты ММП $B_z < 0$ увлекает атмосферу на восток, $B_z > 0$ - на запад, $V_y > 0$ ускоряет атмосферу Северного полушария на восток, южного - на запад, $V_y < 0$ действует с обратным знаком. При усреднении по времени в цикле солнечной активности $\langle B_z \rangle$ создаст 22-летнюю вариацию атмосферной циркуляции с усилением циркуляции на восток вблизи четного минимума (в конце четного цикла), когда $\langle B_z \rangle < 0$ и циркуляцию западного направления вблизи нечетного минимума. В минимуме цикла усредненное $\langle V_y \rangle > 0$, в максимуме $\langle V_y \rangle < 0$ [2]. Поэтому $\langle V_y \rangle$ создаст 11-летнюю вариацию с усилением циркуляции на восток в северном полушарии и на запад - в южном в минимуме солнечной активности, и влиянием обратного знака в максимуме. Одной из причин формирования "озонной дыры" является направленный на восток циркумполярный вихрь, который препятствует притоку в полярные области богатого озоном воздуха умеренных широт [3]. Механизм может ускорять или тормозить зимний циркумполярный вихрь, влияя на развитие "озонной дыры". $\langle V_y \rangle$ способствует истощению озона в Антарктике в максимуме солнечного цикла, в Арктике - в минимуме. $\langle B_z \rangle$ уменьшает озон в полярных областях обоих полушарий в годы четных минимумов. В Южном полушарии меньше гор и суши, поэтому здесь слабее передача атмосферного момента импульса Земле и интенсивнее циркумполярный вихрь и озонная дыра по сравнению с северным полушарием.

1. Крымский П.Ф. Геомагнетизм и аэрономия. 1993. Т.33, N 3, С.7.
2. Куклин Г.В., Обридо В.Н. Физика солнечной активности. М.: Наука. 1988. С. 146.
3. Данилов А.Д., Авдюшин С.И. Геомагнетизм и аэрономия. 1992. Т.32, N1, С.1.

ВОЗМОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ МЕЖПЛАНЕТНОЙ СРЕДЫ НА АТМОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ

П. Ф. Крымский (ИКФИА СО РАН, г. Якутск)

В [1] предложен механизм передачи атмосфере момента импульса от солнечного ветра, основанный на диссипативных эффектах в магнитосферной плазме с эффективной анизотропной проводимостью [2]. В ночной магнитосфере генерируются токи, замыкающиеся через авроральную ионосферу. Под действием силы Ампера хвост магнитосферы отклоняется на запад, а атмосфера на ионосферных высотах ускоряется вокруг магнитного полюса в среднем на восток, что усиливает атмосферную суперротацию. Вихревое движение атмосферы опускается в приземные слои вследствие турбулентной вязкости. Перенос вниз усиливается зимой за счет нисходящей составляющей меридиональной циркуляции. Это усиливает зимний циркумполярный вихрь и зональную циркуляцию, и дает вклад в превышение восточного момента импульса атмосферы по сравнению с западным, а также в увеличение кинетической энергии атмосферы зимнего полушария относительно летнего. Усиление зональной скорости согласно геострофического баланса силы Кориолиса и градиента давления вызовет перераспределение давления и температуры по широте. Оценки показывают, что энергии хватает на влияние на кратковременные процессы в средней атмосфере и на долговременные климатические явления в тропосфере. Возможно, что предложенная схема влияет на стратосферные потепления, зимнюю аномалию, формирование атмосферной турбулентности. Механизм является элементом в цепи передачи энергии в системе Солнце-атмосфера.

1. Крымский П. Ф. Геомагнетизм и аэрономия. 1993. Т. 33, N 3, С. 7.
2. Крымский П. Ф. Геомагнетизм и аэрономия. 1991. Т. 31, С. 542, 587.

ПОЛОСЫ СИСТЕМЫ ЛАЙМАН-БИРДЖ-ХОПФИЛД В ПРОТОННЫХ ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЯХ

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

Разработана численная модель излучения системы Лайман-Бирдж-Хорфилд (LBH) в протонных полярных сияниях. Модель позволяет рассчитывать трехмерную картину свечения LBH полос для произвольно заданного источника протонных высыпаний. В рамках данной модели исследовались 1) вклад протонов, H-атомов и вторичных электронов в возбуждение LBH полос; 2) интенсивности LBH полос в зависимости от средней энергии протонов; 3) поведение $I_{LBH}(1838\text{Å})/I_{LBH}(1464\text{Å})$ и I_{HB}/I_{LBH} отношений интенсивностей в зависимости от энергии протонного пучка. Показано, что отношение I_{HB}/I_{LBH} интенсивностей может быть использовано для оценки средней энергии протонных высыпаний.

ОБ АНОМАЛЬНЫХ СПЕКТРАХ В ОКРЕСТНОСТИ АВРОРАЛЬНЫХ ДУГ, ПОЛУЧЕННЫХ EISCAT UHF РАДАРОМ.

Е. Г. Белова, М. Ритвельд и В. Б. Ляцкий (Полярный геофизический институт, Апатиты)

Спектры с аномально увеличенными асимметричными ионно-звуковыми максимумами были получены EISCAT 933 МГц радаром. Все они наблюдались в окрестности авроральных дуг, которые идентифицировались по резкому повышению электронной концентрации на 1-2 порядка на высоте ~ 110 км. На основе 127 случаев получена статистика высотного распределения аномальных спектров. Над дугой на высотах 250–425 км в спектрах преобладает усиление правого плеча, связанного с током вверх, выше 450 км преобладают случаи усиления левого плеча, связанного с током вниз. Вне дуги оказывается усилено правое плечо. Сделаны оценки инкрементов развития неустойчивости ионно-звуковой волны для потока высокоэнергичных электронов и противотока тепловых ионосферных электронов. Поток высокоэнергичных электронов не приводит к раскачке неустойчивости, что показывает, что ионно-звуковые волны внутри области дуги на больших высотах распространяются в основном в направлении противоположном направлению движения пучка горячих электронов. Это требует существования противотока, приводящего к раскачке турбулентности. Предложено несколько моделей образования противотока в области дуги.

О ГЕНЕРАЦИИ АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

В.К.Ролдугин, С.И.Байдалов, Э.В.Вашенюк (Полярный геофизический институт, г.Апатиты)

Обнаружен эффект понижения прозрачности атмосферы, связанный с солнечными космическими лучами, проникающими в атмосферу в высокоширотных областях. Прозрачность атмосферы в оптическом диапазоне 300 - 700 нм связана с содержанием аэрозолей которое может быть определено из спектральных наблюдений дневного неба и из лидарных измерений в ночные часы. По данным многолетних наблюдений на ряде высоко и среднеширотных станций: Мурманск, Архангельск и Ленинград наблюдается явный эффект понижения прозрачности атмосферы во время солнечных протонных событий. Все эти случаи уменьшения прозрачности были связаны с 2 - 4 кратным увеличением концентрации аэрозольных частиц с радиусом 0,1 - 1,0 мкм.

Прямые измерения с помощью лидара в обсерватории Верхнетуломский (Мурманская область) позволили обнаружить аэрозольный слой на высоте 15 - 25 км в стратосфере после крупного протонного события 16 февраля 1984 г. Вновь генерированные аэрозоли сохранялись вплоть до 20 февраля, когда аэрозольный слой сплюснулся к более низким высотам вследствие эффекта осаждения. Обсуждаются возможные механизмы образования атмосферных аэрозолей под действием солнечных космических лучей.

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ТЕМПЕРАТУРУ НИЖНЕЙ ТЕРМОСФЕРЫ

Югов В.А., Игнатьев В.М. (ИКФИА СО РАН, г.Якутск)

Приводятся результаты измерения температуры нижней термосферы на ст.Маймага (63,0°N; 129,7°E) за период 1979-1990 гг. Измерения температуры были сделаны на интерферометрах Фабри-Перо по доплеровскому уширению контура кислородной эмиссии 557,7 нм.

На основе многолетних систематических измерений выявлено уменьшение средней температуры с ростом солнечной активности. Найдены особенности проявления изменений солнечной активности в тепловом режиме нижней термосферы в различные сезоны и фазы солнечного цикла.

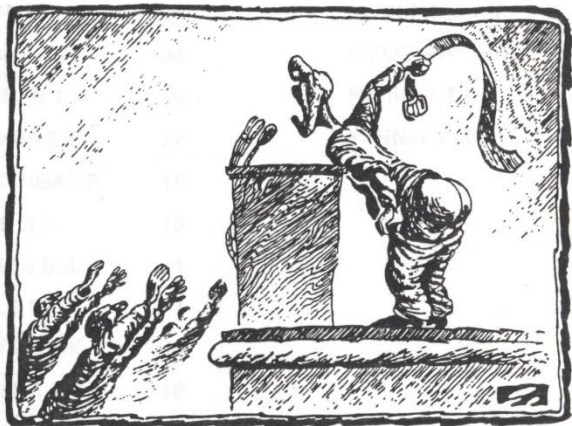
СПИСОК АВТОРОВ

АЛЕКСЕЕВ В.Н.	20	ЕВЛАШИН Л.С.	9
ANGELOPOULOS V.	18	ЗАРЕЦКИЙ Н.С.	9
АНТИПИН С.В.	40	ZAKHAROV D.Yu.	19
АНТОНОВА Е.Е.	26	SINGER H.J.	15,18
АРЫКОВ А.А.	11,12,39	ЗВЕРЕВ В.Л.	30
БАИШЕВ Д.Г.	25	ИВАНОВ В.Е.	47
БАЙДАЛОВ С.И.	48	ИГНАТЬЕВ В.М.	48
BAKER D.N.	18	KANGAS J.	38
BELIAN R.D.	17	КОЗЕЛОВА Т.В.	15,43
BELOVA E.G.	12	КОЗЕЛОВ Б.В.	43,47
BOSINGER T.	27,32	КОЗЛОВСКИЙ А.Е.	44
БЛАГОВЕЩЕНСКАЯ Н.Ф.	28	КОЛОСОВ О.В.	28
BORISOV G.V.	19	КОРНИЕНКО В.А.	28
БРЮНЕЛЛИ Б.Е.	21	КОРНИЛОВ И.А.	29
ВАГИНА Л.И.	10,19	KORTH A.	15
VALLINKOSKI M.K.	38	КОТИКОВ А.	32
ВАСИЛЬЕВ И.Н.	16	KREMSER G.	15
ВАШЕНЮК Э.В.	35,48	КРЫМСКИЙ П.Ф.	45,46
VELICHKO V.A.	19	ЛАЗУТИН Л.Л.	15
WILLIAMS P.J.	38	ЛЯЦКИЙ В.Б.	44,47
VIRDI T.	38	LUBCHICH A.	32,33
ВОЛКОВ М.А.	22	MALKOV M.V.	17
ГАНЮШКИНА Н.Ю.	26	MALTSEV Yu.P.	11,12,13,39
GVOZDEVSKI V.B.	12,15,17,30	MANNINEN J.	29,32,33
DANILOVA V.C.	24	МАРТЫНЕНКО О.В.	22
ДАШКЕВИЧ Ж.В.	47	МИНГАЛЕВА Г.И.	41,42
ДМИТРИЕВА Н.П.	34	МИНГАЛЕВ В.С.	41,42

MITCHELL D.J.	18	TURUNEN T.	29,32,33
НАМГАЛАДЗЕ А.А.	22	ФАДЕЕВ В.М.	35,36
НАМГАЛАДЗЕ А.Н.	22	HANSEN T.	32
NILSEN E.	38	ХОДАТАЕВ Я.К.	35,36
ОСТАПЕНКО А.А.	13	TSYGANENKO N.A.	10
ПАШИН А.Б.	27	ЧЕРНИКОВ В.А.	36
PELLINEN R.J.	10	ЧЕРНЯКОВ С.М.	21
PLOTNIKOV I.Ya.	29	ШАФТАН В.А.	16,40
POLLARI P.	38	ШУЛЬГИНА Н.В.	21
ПОГОСЯН А.Г.	34	ЮГОВ В.А.	48
PULKKINEN T.I.	10	ЯХНИНА Т.А.	24,33
ПЧЕЛКИНА Е.В.	27	YAHNIN A.G.	17,32
RASINKANGAS R.	15		
REEVES G.D.	18		
РЕЖЕНОВ Б.В.	31		
RITWELD M.	47		
РОЛДУГИН В.К.	48		
RUSSELL C.T.	18		
SAFARGALEEV V.V.	12		
SERGEEV V.A.	10,18,19,30,34		
SOBOLEV A.V.	24		
СОЛОВЬЕВ В.С.	25		
СОЛОВЬЕВ С.И.	25		
СМИРНОВ В.С.	24		
ТИМОФЕЕВ Е.Е.	38		
ТИМОФЕЕВ И.Б.	36		
ТИТОВА Е.Е.	24,32,33		
TROSHICHEV O.	32		



MORROW	15	TERRELL	12
MURPHY	27	WATSON	10
NATHAN	20	WELLS	12
NELSON	30	WILSON	14
OSBORN	12	WILSON	16
PADON	25	WILSON	18
PALMER	10	WILSON	20
PALMER	20	WILSON	22
PALMER	30	WILSON	24
PALMER	40	WILSON	26
PALMER	50	WILSON	28
PALMER	60	WILSON	30
PALMER	70	WILSON	32
PALMER	80	WILSON	34
PALMER	90	WILSON	36
PALMER	100	WILSON	38
PALMER	110	WILSON	40
PALMER	120	WILSON	42
PALMER	130	WILSON	44
PALMER	140	WILSON	46
PALMER	150	WILSON	48
PALMER	160	WILSON	50
PALMER	170	WILSON	52
PALMER	180	WILSON	54
PALMER	190	WILSON	56
PALMER	200	WILSON	58
PALMER	210	WILSON	60
PALMER	220	WILSON	62
PALMER	230	WILSON	64
PALMER	240	WILSON	66
PALMER	250	WILSON	68
PALMER	260	WILSON	70
PALMER	270	WILSON	72
PALMER	280	WILSON	74
PALMER	290	WILSON	76
PALMER	300	WILSON	78
PALMER	310	WILSON	80
PALMER	320	WILSON	82
PALMER	330	WILSON	84
PALMER	340	WILSON	86
PALMER	350	WILSON	88
PALMER	360	WILSON	90
PALMER	370	WILSON	92
PALMER	380	WILSON	94
PALMER	390	WILSON	96
PALMER	400	WILSON	98
PALMER	410	WILSON	100



SENCEVY A	10	WILSON	12
ROBLEY A V	24	WILSON	14
ROBOLY A G	12	WILSON	16
ROBOLY A V	20	WILSON	18
ROBOLY A V	30	WILSON	20
ROBOLY A V	40	WILSON	22
ROBOLY A V	50	WILSON	24
ROBOLY A V	60	WILSON	26
ROBOLY A V	70	WILSON	28
ROBOLY A V	80	WILSON	30
ROBOLY A V	90	WILSON	32
ROBOLY A V	100	WILSON	34
ROBOLY A V	110	WILSON	36
ROBOLY A V	120	WILSON	38
ROBOLY A V	130	WILSON	40
ROBOLY A V	140	WILSON	42
ROBOLY A V	150	WILSON	44
ROBOLY A V	160	WILSON	46
ROBOLY A V	170	WILSON	48
ROBOLY A V	180	WILSON	50
ROBOLY A V	190	WILSON	52
ROBOLY A V	200	WILSON	54
ROBOLY A V	210	WILSON	56
ROBOLY A V	220	WILSON	58
ROBOLY A V	230	WILSON	60
ROBOLY A V	240	WILSON	62
ROBOLY A V	250	WILSON	64
ROBOLY A V	260	WILSON	66
ROBOLY A V	270	WILSON	68
ROBOLY A V	280	WILSON	70
ROBOLY A V	290	WILSON	72
ROBOLY A V	300	WILSON	74
ROBOLY A V	310	WILSON	76
ROBOLY A V	320	WILSON	78
ROBOLY A V	330	WILSON	80
ROBOLY A V	340	WILSON	82
ROBOLY A V	350	WILSON	84
ROBOLY A V	360	WILSON	86
ROBOLY A V	370	WILSON	88
ROBOLY A V	380	WILSON	90
ROBOLY A V	390	WILSON	92
ROBOLY A V	400	WILSON	94
ROBOLY A V	410	WILSON	96
ROBOLY A V	420	WILSON	98
ROBOLY A V	430	WILSON	100