

Russian Academy of Sciences
KOLA SCIENCE CENTRE
Polar Geophysical Institute

With support from:



PHYSICS
OF AURORAL
PHENOMENA

39th Annual Seminar

Abstracts

29 February – 4 March 2016

Apatity
2016

The organizing committee:
Alexander Yahnin (chair)
Nadezhda Semenova
Irina Despirak

Addresses:

Apatity department
Akademgorodok, 26a
Apatity, 184209
Murmansk region
Russia

Murmansk department

Khalturina str., 15
Murmansk, 183010
Russia

The editor:
N.V. Semenova

<http://pgia.ru/seminar>

© Kola Science Center
Russian Academy of Science, 2016

процесса. На данном этапе исследования в качестве входных последовательностей нейросетевой модели, использованы два параметра – компонента ММП B_z и интегральный параметр $\sum[N \cdot V^2]$, учитывающий предысторию процесса накачки кинетической энергии в магнитосферу в течение 2-3 часов в рамках 60 минутных окон. Единственный выходной нейрон генерировал последовательность значений AL-индекса. Обучающие последовательности включали в себя данные по 70 периодам развития суббурь. С целью минимизации эффекта «запоминания последнего обучающего образца» эти последовательности нормировались и подавались на входы ИНС в случайном порядке. Нейросетевые эксперименты выполнялись на 1-минутных данных AL , B_z , N , V , полученных с узла CDAWeb (<http://cdaweb.gsfc.nasa.gov/>). Исследования проведены на временных интервалах данных, каждый продолжительностью 8 часов, включающих в себя периоды 70 изолированных магнитосферных суббурь различной интенсивности, зарегистрированных по показаниям AL-индекса.

Выполненное исследование показало возможность успешного восстановления динамики AL-индекса или его краткосрочного прогнозирования при использовании онлайн данных патрульного космического аппарата. Созданный нами инструмент при учете физических явлений, приводящих к суббуре, оказался вполне интеллектуальным и дееспособным. И это произошло потому, что мы приняли во внимание процесс медленной загрузки авроральной магнитосферы кинетической энергией солнечного ветра. Дальнейшее улучшение результатов восстановления возможно при использовании предыстории AL, увеличении числа входных данных, предварительной обработки и усовершенствовании архитектуры ИНС.

Геомагнитная активность структуры магнитных облаков

Н.А. Бархатов¹, Е.А. Ревунова², Р.В. Романов¹, А.Б. Виноградов¹

¹Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина

²Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Магнитные облака солнечного ветра согласно современным представлениям вызывают наиболее интенсивные геомагнитные бури. В зависимости от скорости облака относительно солнечного ветра на переднем фронте его тела может образовываться ударная волна, за которой следует турбулентная область, часто называемая оболочкой облака. Исследования показывают, что для большинства магнитных облаков начало соответствующих им геомагнитных возмущений приходится на ударную волну и оболочку [1]. В связи с этим при изучении геоэффективности магнитных облаков необходимо учитывать и потенциальную геомагнитную эффективность физических процессов на переднем фронте облаков.

В предлагаемой работе методами анализа Фурье-спектров флуктуаций модуля ММП зарегистрированные на патрульных космических аппаратах (ПКА) в диапазоне частот (0,001-0,1 Гц) в областях составляющих магнитные облака солнечного ветра удаляется низкочастотная или высокочастотная части спектра и на этой основе уточняются границы оболочки и тела облака, соответственно. Установлено также, что при переходе из солнечного ветра в турбулентную оболочку мощность спектра увеличивается в среднем на 2 порядка, при переходе из оболочки в тело магнитного облака мощность спектра напротив уменьшается на 2-4 порядка. Это согласуется с [2], где для рассматриваемых облаков были определены границы тел облаков.

Известно, что геомагнитная эффективность облака прямо зависит от ориентации межпланетного магнитного поля (ММП) в облаке подошедшего к границе магнитосферы. Более того, существует возможность возникновения геоэффективной ($B_z < 0$) величины магнитного поля в оболочке магнитного облака вследствие эволюции ММП среды солнечного ветра на ударном разрыве, опережающем облако. Учет этого обстоятельства важен при создании модели метода прогноза геомагнитных бурь. В связи с этим согласно методике [3] проводилось определение локальной ориентации плоскости ударной волны для 10 облаков по 5 минутным данным о компонентах ММП до и после ударной волны. Полученные сведения об ориентации ударного фронта позволили найти значения нормальных и тангенциальных компонент ММП, по отношению к ударной волне и получить выражение для вычисления значений геоэффективной B_z компоненты в оболочке облака в солнечно-магнитосферной системе координат. Учитывая зарегистрированные на ПКА параметры замагниченного солнечного ветра, предшествующие приходу ударной волны облака, выполняется расчет всей ожидаемой последовательности значений B_z компоненты ММП на трассе переноса солнечного ветра к магнитосфере. Сопоставление ожидаемой последовательности вычисленных значений B_z с динамикой индексов SYM/H и AL, соответственно, характеризующих глобальную и суббуревую геомагнитную активность, свидетельствует об отражении эволюции параметров натекающего на магнитосферу солнечного ветра в геомагнитной возмущенности. Это может быть положено в основу создания метода краткосрочного прогнозирования геомагнитной возмущенности.

1. N. A. Barkhatov, A. B. Vinogradov, A. E. Levitin, E. A. Revunova. Geomagnetic Substorm Activity Associated with Magnetic Clouds // *Geomagnetism and Aeronomy*. V. 55. № 5. P. 596–602. 2015
2. Zhang J., Liemohn M. W., Kozyra J. U., Lynch B. J., Zurbuchen T. H. A statistical study of the geoeffectiveness of magnetic clouds during high solar activity years // *J. Geophys. Res.* 2004. V.109. A09101. doi:10.1029/2004JA010410
3. Хундхаузен А. Расширение короны и солнечный ветер. М.: Мир. 1976. 302 с.

Исследование изолированных магнитосферных суббурь: условия генерации и характеристики различных фаз

В.Г. Воробьев, О.И. Ягодкина, В.Л. Зверев

Полярный геофизический институт. г. Апатиты. Мурманская обл. Россия

Исследованы характеристики магнитных суббурь с четким, хорошо выраженным началом (T_0), которому предшествовал, по крайней мере, 3-х часовой магнитоспокойный период. Суббури отбирались сначала визуальным просмотром вариаций 1-мин значений AL индекса, а затем с использованием специального алгоритма автоматической обработки данных. Для изучения были отобраны суббури длительностью не более 3-х часов и амплитудой $250 \text{ нТл} < |AL| < 1500 \text{ нТл}$. За окончание суббури принималось время восстановления AL до значений равных $0.1 AL$ в максимуме суббури. Всего было отобрано 112 суббурь за период 1995-2012 гг.

Для анализа характеристик ММП и параметров солнечного ветра в периоды регистрации суббурь использованы данные, взятые на OMNI Web (<http://cdaweb.gsfc.nasa.gov/>). По характеру поведения B_z компоненты ММП в окрестности T_0 суббури были разбиты на несколько типов: 1 – суббури при $B_z < 0$; 2 – суббури при $B_z > 0$; 3 – суббури, инициированные поворотом B_z на север; 4 – суббури при знакопеременном B_z . Из всего набора данных только 4 суббури начались и развивались при $B_z > 0$, поэтому остановимся только на сравнительных характеристиках суббурь типа 1 и 3.

Вероятность наблюдения суббурь при $B_z < 0$ составила 54%, в то время как суббури типа 3 наблюдались лишь в 18% случаев. Обнаружено значительное число примеров, когда после длительного (> 30 мин) периода существования южного ММП и последующего резкого поворота B_z компоненты на север в авроральной зоне не наблюдалось каких-либо изменений уровня магнитной активности. Все эти данные свидетельствуют о том, что поворот B_z на север не является ни необходимым, ни достаточным условием для генерации суббурь. Однако при прочих благоприятных условиях северный поворот B_z может способствовать генерации суббурь, впрочем, как и изменение других параметров ММП и плазмы солнечного ветра. Из всех суббурь типа 1 четыре суббури начались одновременно с ростом динамического давления солнечного ветра ($P_{\text{дин}}$), три – при повороте B_y ММП с отрицательных значений на положительные, две – при повороте B_y ММП с положительных значений на отрицательные и одна – при резком уменьшении $P_{\text{дин}}$.

Средняя длительность существования южного ММП до T_0 и средняя интенсивность магнитного возмущения в максимуме примерно одинаковы для суббурь 1 и 3 типов и составляли ~ 80 мин и ~ 650 нТл, соответственно. Средняя длительность фаз развития также примерно одинаковы (20 и 25 мин, соответственно), однако, фаза восстановления суббурь при $B_z < 0$ несколько затянута относительно суббурь типа 3 наличием нескольких дополнительных интенсификаций. Вследствие этого средняя длительность суббурь типа 1 примерно на 0.5 часа больше, суббурь типа 3. Такая разница может быть обусловлена дополнительным притоком (выделением) энергии солнечного ветра в магнитосферу (ионосферу) для суббурь типа 1 при наличии отрицательной B_z ММП.

Влияние на вероятность срыва суббурь резких изменений симметрии магнитосферной конфигурации

Д.И. Кубышкина, В.С. Семенов, М.В. Кубышкина (СПбГУ, г. Санкт-Петербург, Россия)

Впервые предположение о влиянии степени изогнутости токового слоя в хвосте магнитосферы на порог срыва суббури было высказано в статье [Kivelson and Hughes, 1990]. Идея состоит в том, что при асимметричной конфигурации магнитосферы, и, соответственно, сильно изогнутом токовом слое, градиенты и плотность тока в хвосте возрастают, что делает условия более подходящими для возникновения пересоединения. В таком случае, даже малого внешнего воздействия может быть достаточно для срыва суббури, и, как следствие, ожидается увеличение числа (слабых) событий при изогнутом токовом слое.