

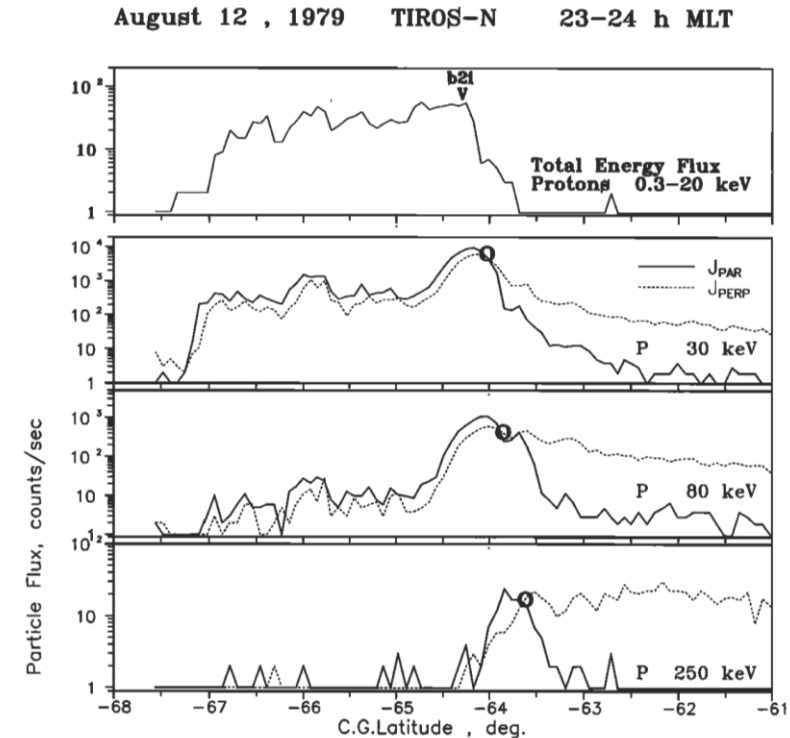
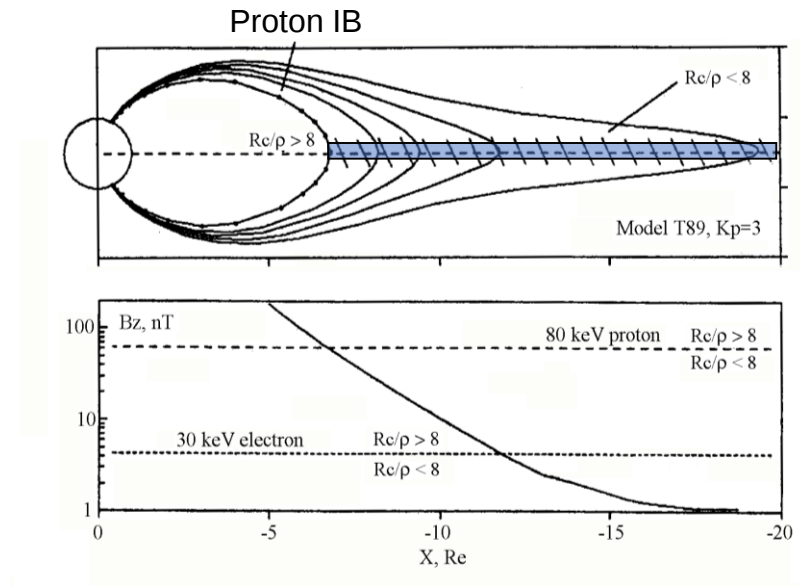
Связь индекса глобальной конфигурации магнитосферы с индексами геомагнитной активности и параметрами солнечного ветра

А.Г. Яхнин¹, Т.А. Яхнина¹, С.А. Черняева²

¹ ПГИ, Апатиты

² ААНИИ, Санкт-Петербург

Введение



Граница, которая разделяет области магнитного хвоста, где движение заряженных частиц является либо адиабатическим либо хаотичным, определяется соотношением $R_c/r=8$ (Sergeev *et al.* 1983; 1993). Ближе к Земле от этой границы движение адиабатическое и конус потерь пустой, дальше – хаотичное и распределение по питч-углам - изотропное.

Области изотропных и анизотропных потоков хорошо видны в данных низкоорбитальных спутников.

Введение

Широта границы изотропии (IB) характеризует насколько сильно силовые линии магнитного поля вытянуты в хвост магнитосферы. Чем меньше широта IB, тем более вытянуто магнитное поле (e.g. *Sergeev et al.*, 1993).

SERGEEV ET AL.: TESTING THE IBA METHOD

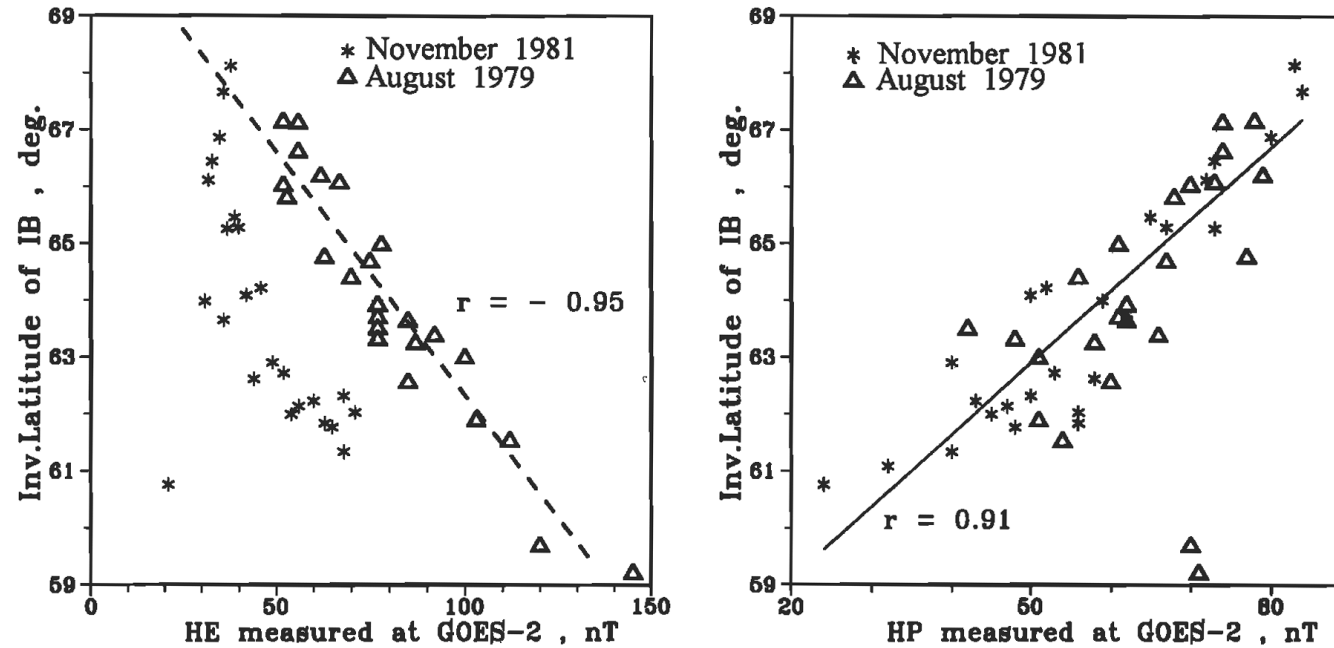


Fig. 6. The invariant latitude of the isotropic boundary of 80-keV protons compared with the two main components of the geostationary magnetic field simultaneously measured by GOES 2. Both NOAA/TIROS and GOES 2 spacecraft were required to be within 2 hours of MLT from midnight. Regression lines and correlation coefficients are given for preferred components only.

Введение

NEWELL ET AL.: CHARACTERIZING THE STATE OF THE MAGNETOSPHERE

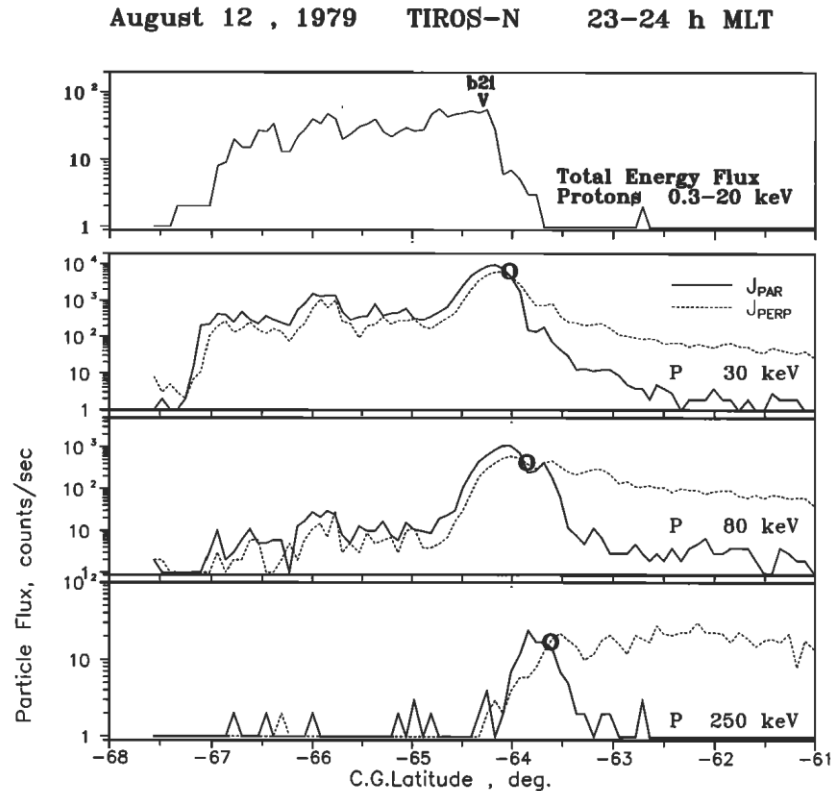
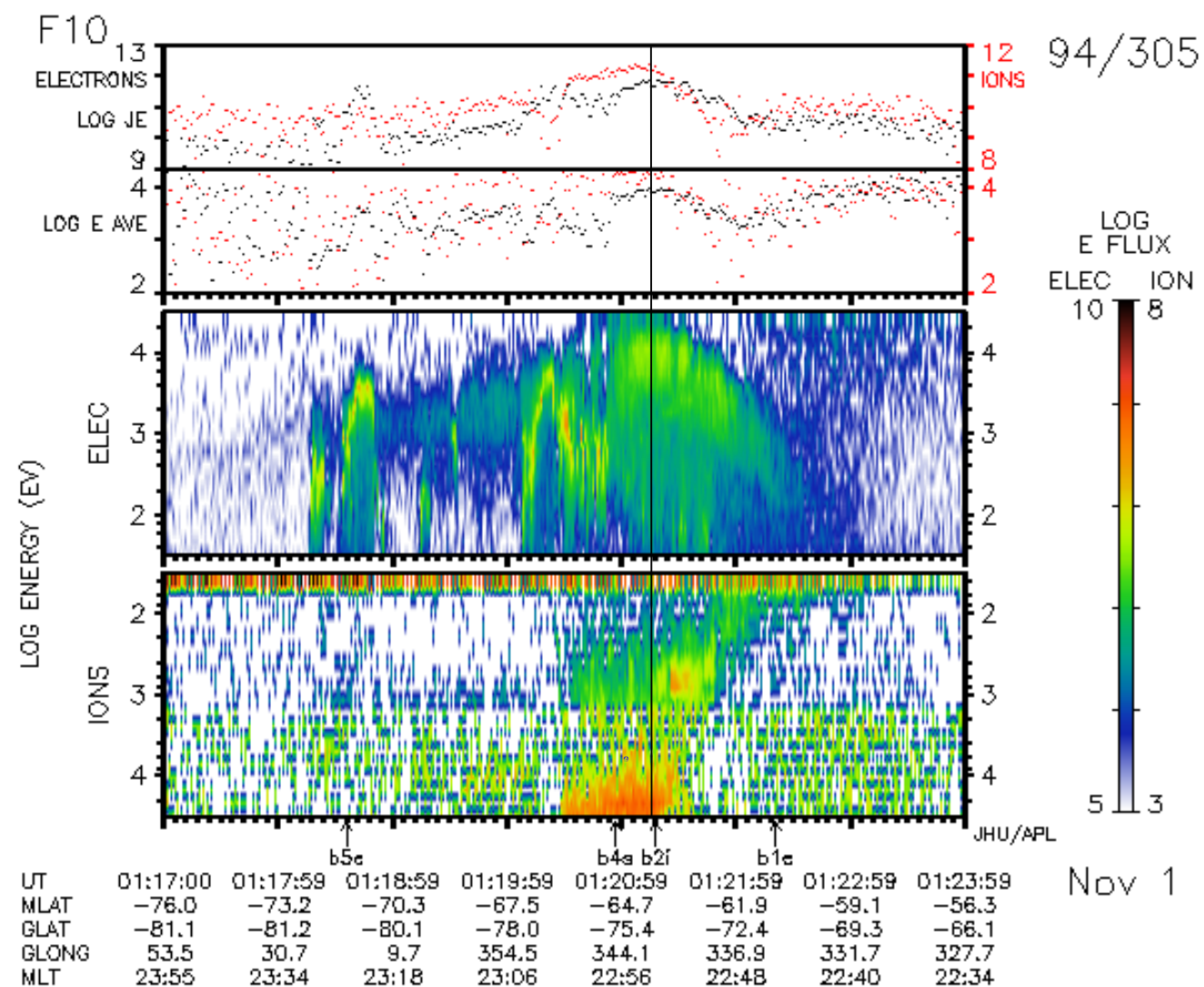


Figure 1. A NOAA 10 pass through the southern hemisphere nightside oval on August 12, 1979. The precipitating energy flux maximum lies close to the ~ 30 keV ion isotropy boundary.

Широта максимума потока энергии высыпавшихся протонов с энергиями 3-30 кэВ является хорошим аналогом для IB (Gvozdevsky and Sergeev, 1995; Newell et al., 1998).

Эта граница, названная b2i (Newell et al., 1996), на рутинной основе автоматически определяется по данным спутников DMSP и размещается на сайте JHU/APL.

b2i в данных спутников DMSP



Данные

- Значения b_2i взяты из базы данных

<http://sd-www.jhuapl.edu/Aurora/>

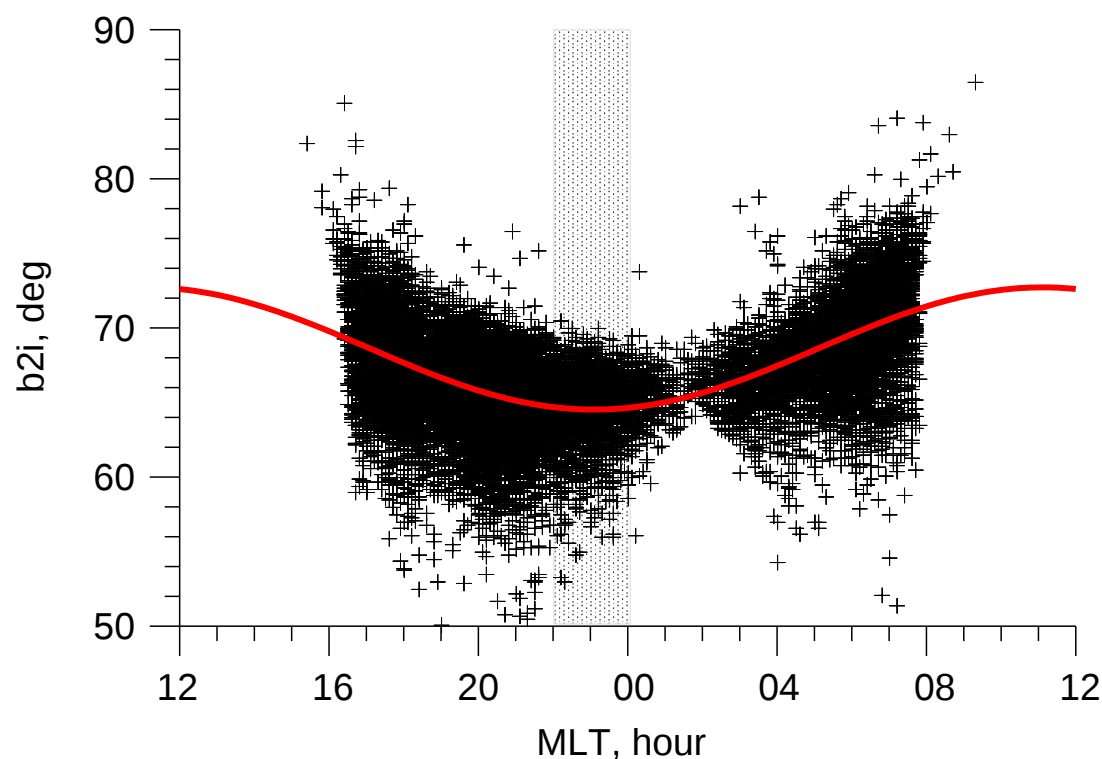
- Среднечасовые значения параметров межпланетной среды и индексы геомагнитной и солнечной активности взяты из базы данных OMNI:

<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/>

Измерения b2i в 2000 г.

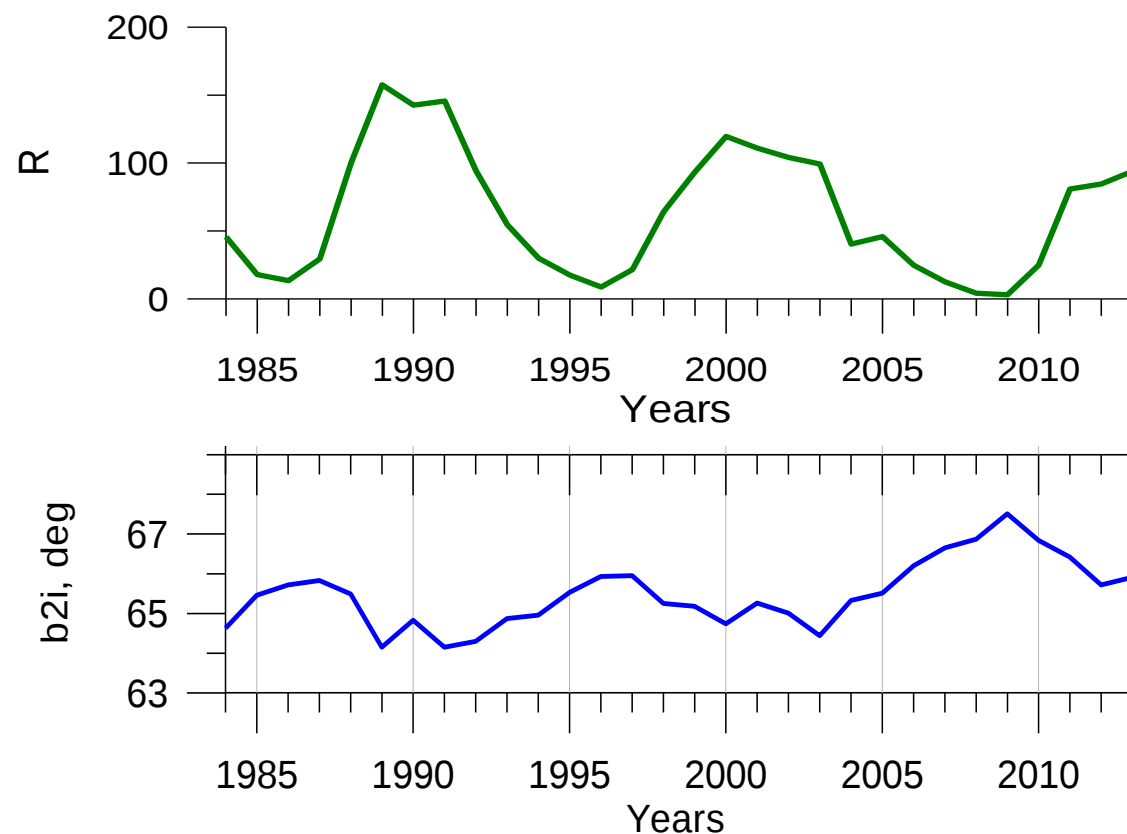
Sergeev and Gvozdevsky (1995) предложили характеризовать конфигурацию магнитосферы значением широты ГИ, приведенной к полуночному сектору (MT-индекс).

$$MT = IB - a_1 * [1 - \cos(\pi/12 (MLT - MLT_0))], \quad a_1 = 4.3, \quad MLT_0 = 23.1$$



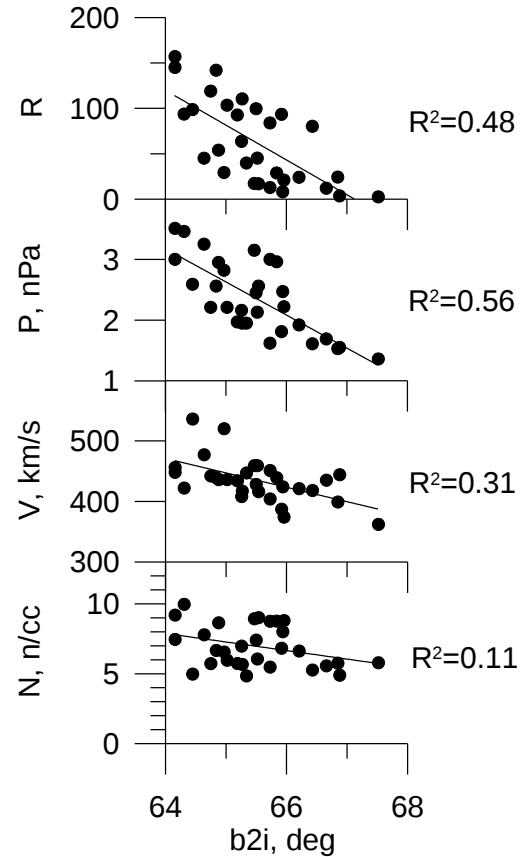
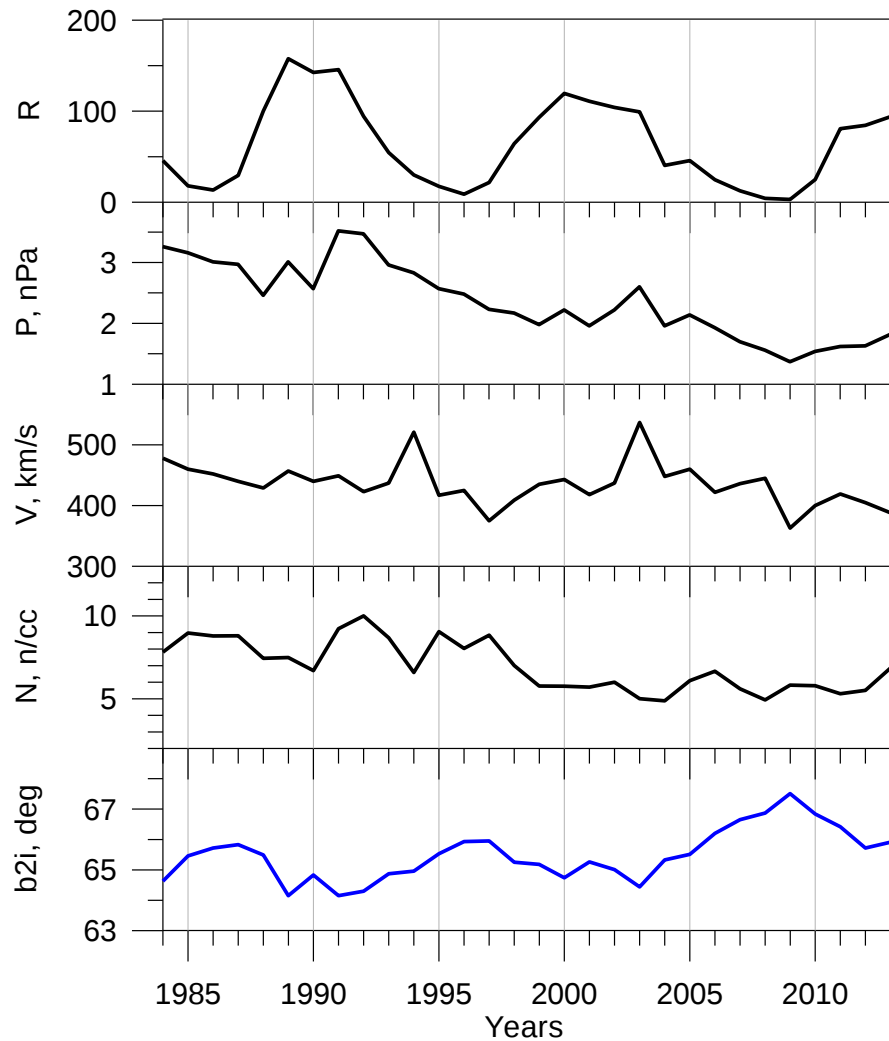
Для изучения долговременных вариаций мы будем использовать среднее значение $b2i$ в секторе 22-24 MLT.

Вариации чисел Вольфа и среднегодовых $b2i$ в 1984-2013 гг.



Для исследования долговременных вариаций конфигурации магнитосферы были использованы значения $b2i$ за 1984-2013 гг., т.е., почти за три цикла солнечной активности.

Долговременные вариации b2i и различных среднегодовых параметров межпланетной среды



Параметры межпланетной среды:

$E_m = 10^{-3} \cdot V \cdot (B_z^2 + B_y^2)^{1/2} \cdot \sin^4(\theta/2)$ –
электрическое поле пересоединения;

B_z, B_y – компоненты ММП;

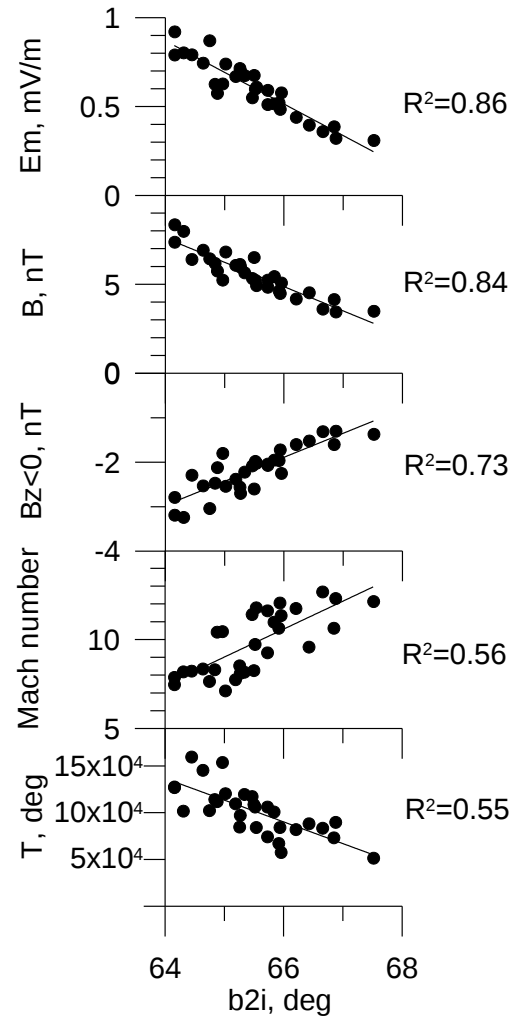
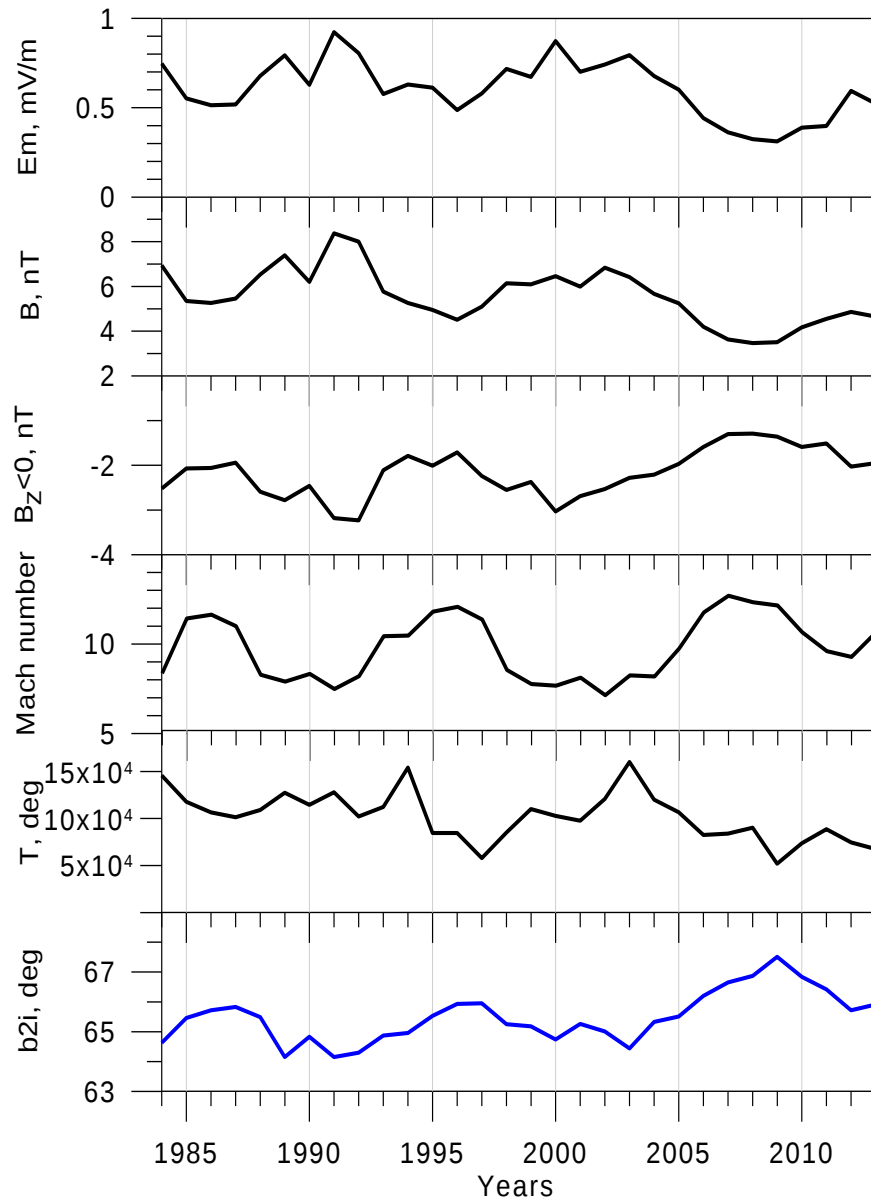
R – число Вольфа;

$P = NV^2$ – динамическое давление
солнечного ветра;

V – скорость солнечного ветра;

N – плотность солнечного ветра.

Долговременные вариации b2i и различных среднегодовых параметров межпланетной среды



Параметры межпланетной среды:

$E_m = 10^{-3} \cdot V \cdot (B_z^2 + B_y^2)^{1/2} \cdot \sin^4(\theta/2)$ –
электрическое поле пересоединения;

B_z, B_y – компоненты ММП;

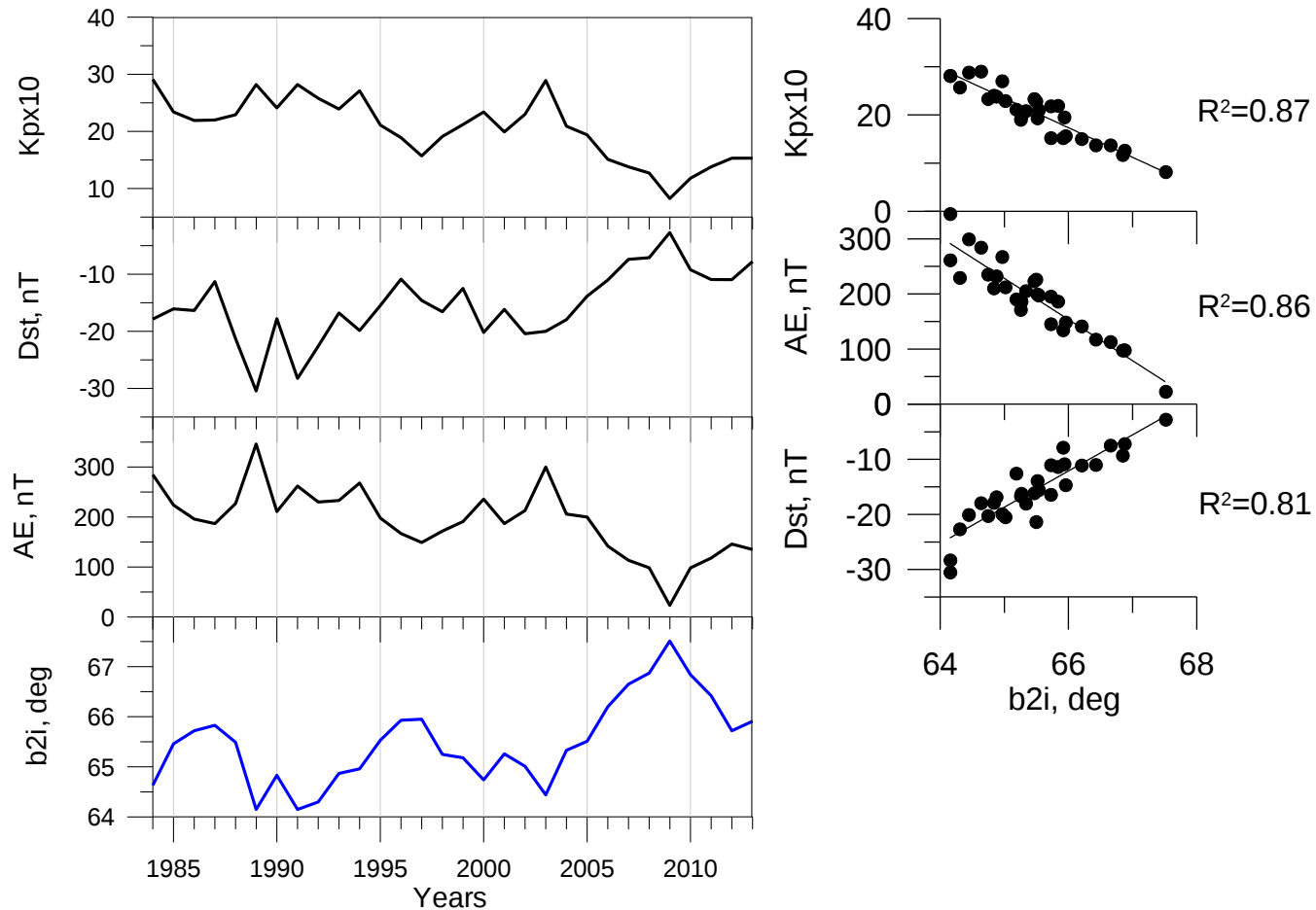
R – число Вольфа;

$P = NV^2$ – динамическое давление
солнечного ветра;

V – скорость солнечного ветра;

N – плотность солнечного ветра.

Долговременные вариации b2i и среднегодовых индексов геомагнитной активности



Среднегодовые индексы геомагнитной активности **Kp**, **AE**, **Dst** очень хорошо коррелируют с **b2i** ($|r| \sim 0.9$).

Связь параметров солнечного ветра, индекса конфигурации магнитосферы и индексов геомагнитной активности

	b2i	Em	Bs	P	B	V	T	N	Ma_n	R
Kp	-0.768	0.575	-0.544	0.468	0.464	0.542	0.480	0.114	-0.237	0.158
AE	-0.698	0.667	-0.564	0.315	0.358	0.410	0.354	0.045	-0.200	0.110
Dst	0.637	-0.514	0.502	-0.105	-0.355	-0.444	-0.268	-0.198	0.259	-0.182
b2i		-0.599	0.587	-0.451	-0.484	-0.370	-0.362	-0.179	0.239	-0.228

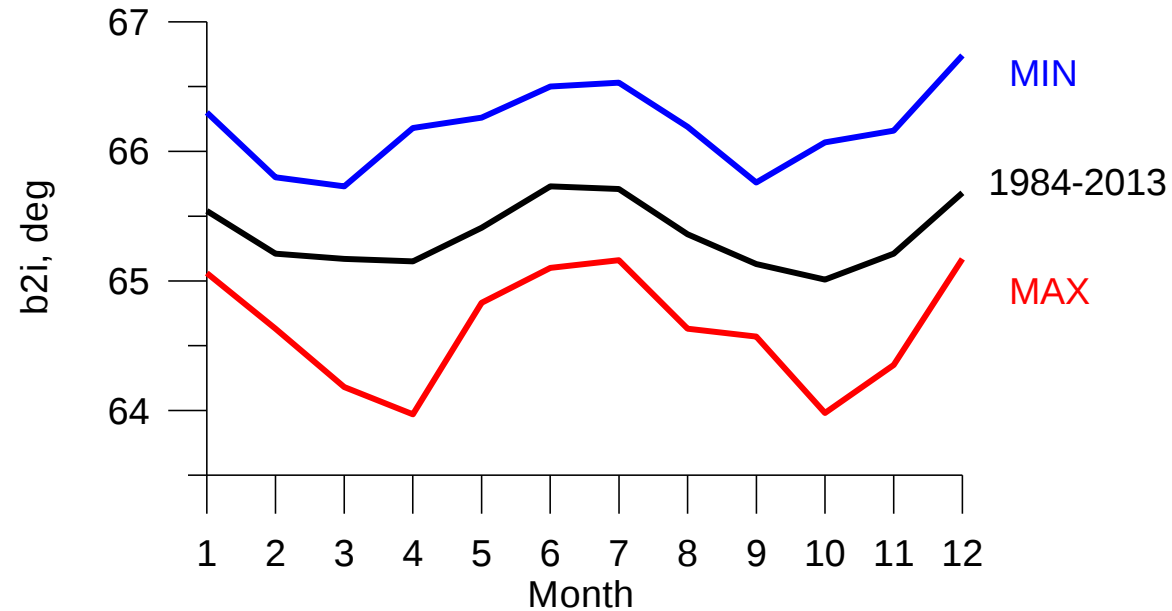
1984-2013 гг., 65890 значений b2i

Электрическое поле пересоединения Em показывает лучшую корреляцию с $b2i$ по сравнению с другими параметрами межпланетной среды.

$b2i$ коррелирует с геомагнитной активностью лучше, чем Em и другие параметры солнечного ветра.

Таким образом, Em – это главный фактор, определяющий конфигурацию околоземной магнитосферы; а вытянутость силовых линий на ночной стороне – это главный фактор, контролирующий геомагнитную активность.

Сезонная вариация b2i



Широта границы b2i имеет явно выраженный сезонный ход с двумя минимумами **весной** и **осенью**, независимо от цикла солнечной активности.

Аналогичный эффект имеется в геомагнитной активности (эффект Рассела-МакФеррона).

Выводы

- Конфигурация ночной приземной магнитосферы испытывает долговременные вариации, в том числе вариации в ходе цикла солнечной активности и сезонные вариации. Силовые линии магнитного поля более «дипольные» в годы минимумов солнечной активности и более вытянуты в хвост магнитосферы в годы максимумов. С 1984 наиболее «дипольная» конфигурация наблюдалась в 2009 г., в конце последнего, наиболее продолжительного минимума солнечной активности. Магнитосфера более «вытянута» в периоды равноденствия, независимо от фазы цикла солнечной активности.
- Среди различных параметров межпланетной среды, главным фактором, влияющим на «вытянутость» магнитосферы, является электрическое поле пересоединения E_m . В то же время, «вытянутость» магнитосферы лучше коррелирует с геомагнитной активностью, чем все параметры межпланетной среды, включая E_m .