



г. Дубна Московской области
11-15 августа 2014 года



33-я Всероссийская конференция по космическим лучам

Метод глобальной съемки в режиме реального времени и прогноз космической погоды.

В. Г. Григорьев, С. А. Стародубцев

Институт космофизических исследований и аэронауки
им. Ю.Г. Шафера СО РАН, г. Якутск, Россия

Целью данной работы являются:

1. Использование базы данных NMDB для реализации метода глобальной съемки.
2. Исследование возможности использования метода глобальной съемки в режиме реального времени для прогноза космической погоды.

Введение

Состояние межпланетной среды, в том числе в околоземном пространстве, определяется различными проявлениями солнечной активности. Проводимые многими авторами исследования выявили их связь с протеканием геофизических процессов в магнитосфере и атмосфере Земли, которые могут влиять на качество и надежность космических и наземных технологических систем и могут подвергать опасности жизнь и здоровье человека.

Для большинства событий прихода на Землю крупномасштабных возмущений солнечного ветра, выявлены их предвестники - характерные изменения поведения наблюдаемого вектора суточной анизотропии ГКЛ.

<http://neutronm.bartol.udel.edu/spaseweather>

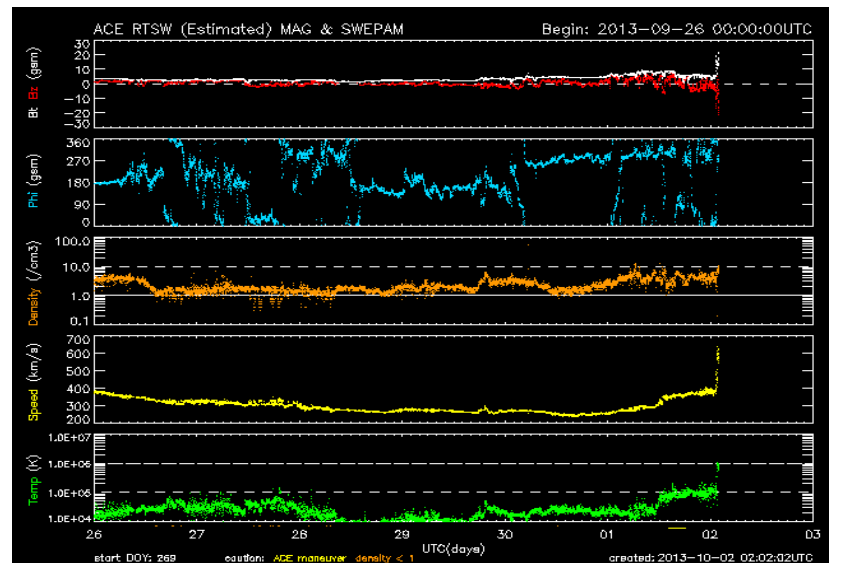
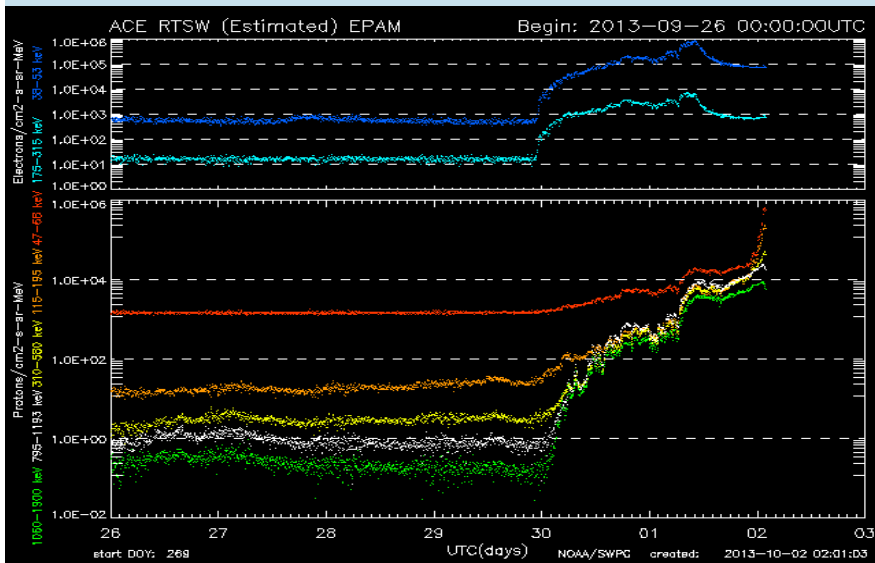
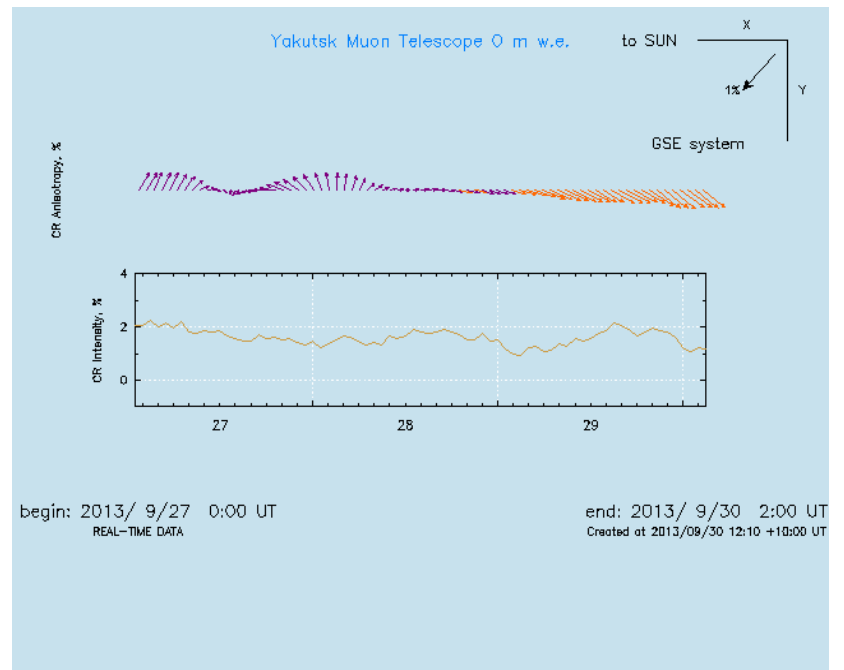
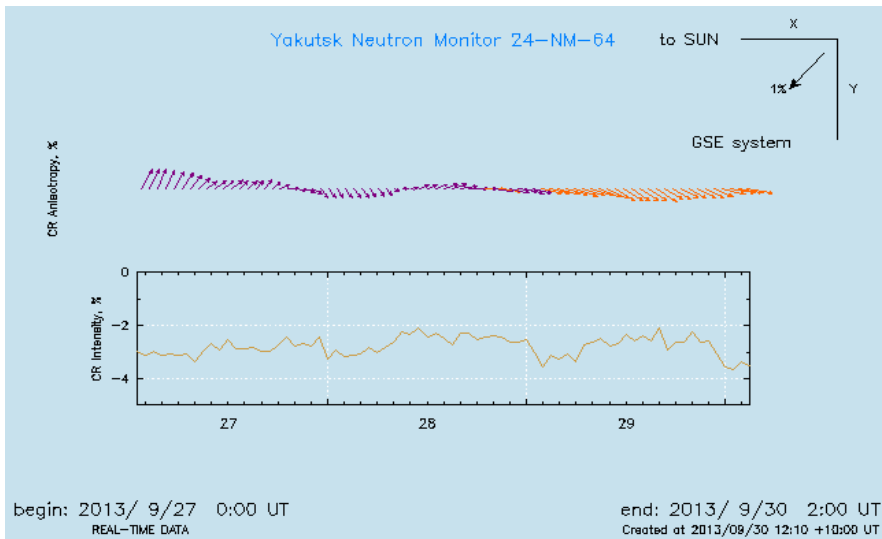
<http://cr0.izmiran.rssi.ru/AnisotropyCR/main.htm>

<http://www.mustang.uni-greiswald.de/spaceweather.htm>

С целью прогноза космической погоды в ИКФИА СО РАН реализован непрерывный мониторинг определения параметров суточной анизотропии КЛ в режиме реального времени по часовым данным только одной станции – Якутского спектрографа КЛ им. А.И. Кузьмина (Grigoryev V.G., et. al., 2008).

<http://hecrlab.ysn.ru/>

http://www.ysn.ru/~starodub/SpaceWeather/currents_real_time.html



Метод глобальной съемки и его реализация на основе базы данных NMDB

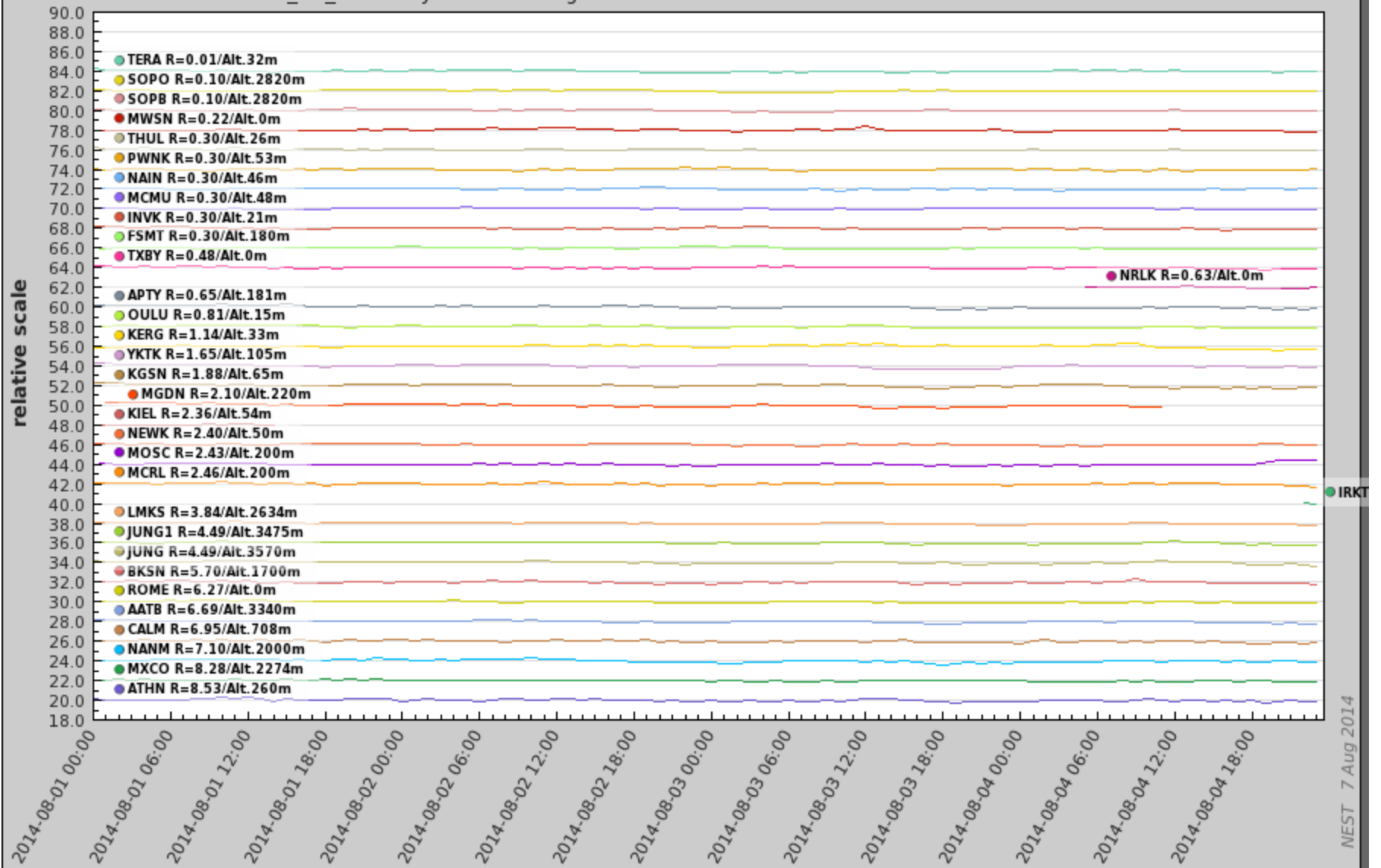
Приборы, имеющие различные приемные векторы (Крымский Г.Ф. и др., 1966) регистрируют интенсивность I :

$$I = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n (a_n^m \cdot x_n^m + b_n^m \cdot y_n^m),$$

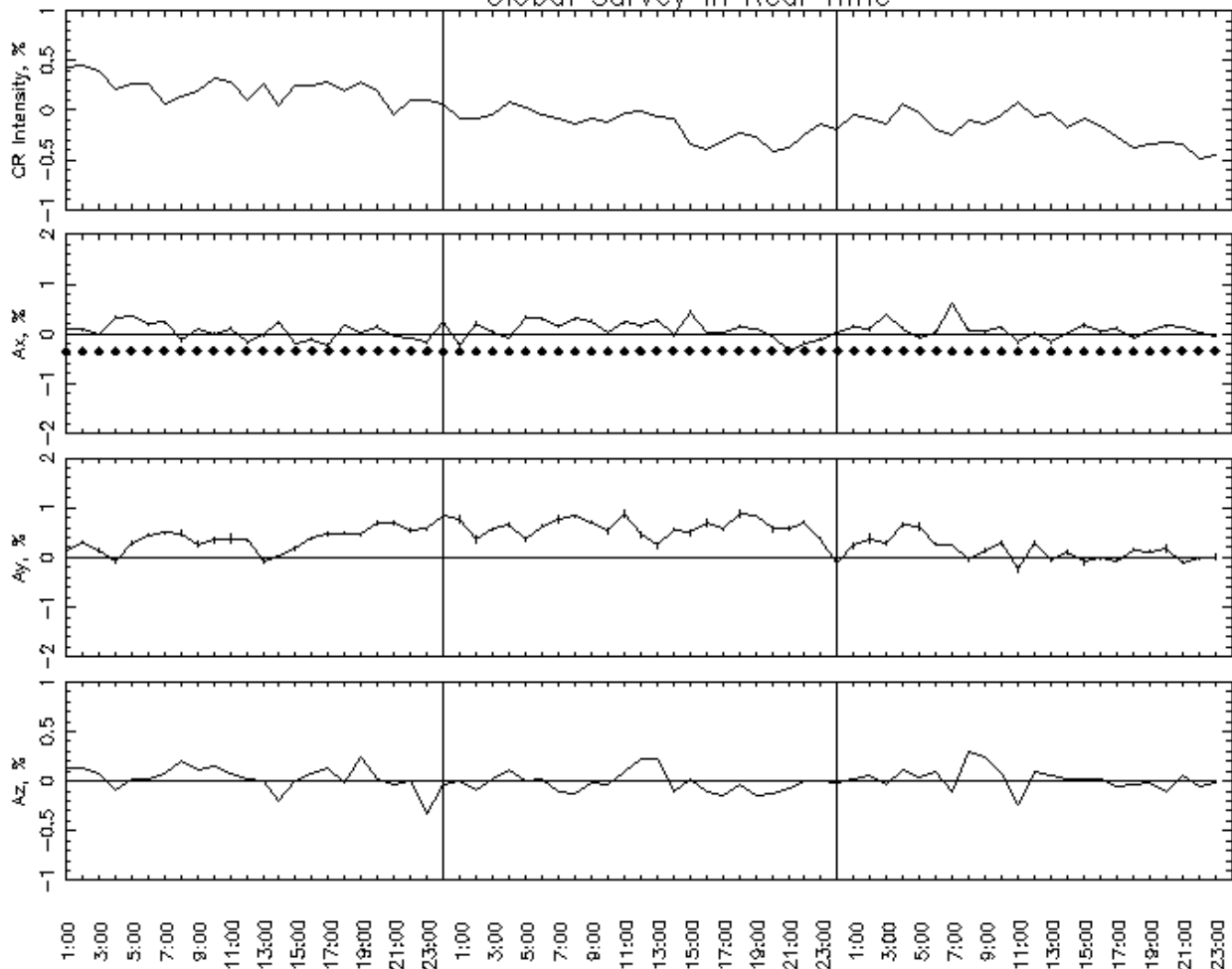
Компоненты a_n^m и b_n^m в каждый измеряемый момент времени могут быть найдены из составленной системы линейных уравнений для всех приборов.

В настоящее время в ИКФИА на основе базы данных NMDB, в режиме реального времени реализован непрерывный мониторинг по определению параметров первых двух угловых моментов функции распределения КЛ в межпланетном пространстве с помощью метода глобальной съемки (Grigoryev et. al., 2013)

revised corr_for_efficiency values averaged to 1 hour from 2014-08-01T00:00:00 to 2014-08-04T23:59:00



Global Survey in Real Time



begin: 2014/ 8/ 2 1:00 UT

end: 2014/ 8/ 4 23:00 UT

Экспериментальные данные

С целью использования результатов реализации метода глобальной съемки в режиме реального времени для прогноза геомагнитных возмущений, проведен совместный анализ за период 2012-2013 годы поведения непрерывных часовых значений:

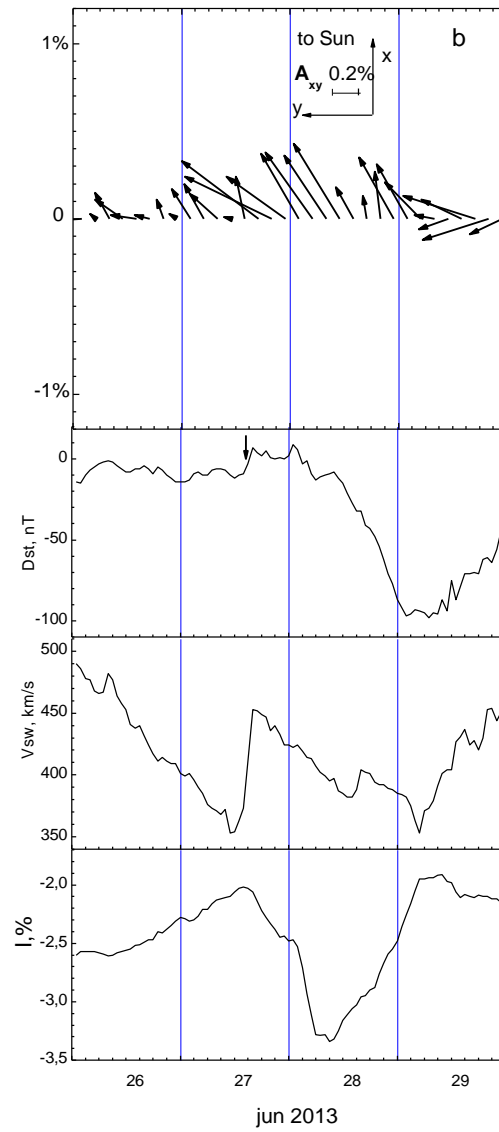
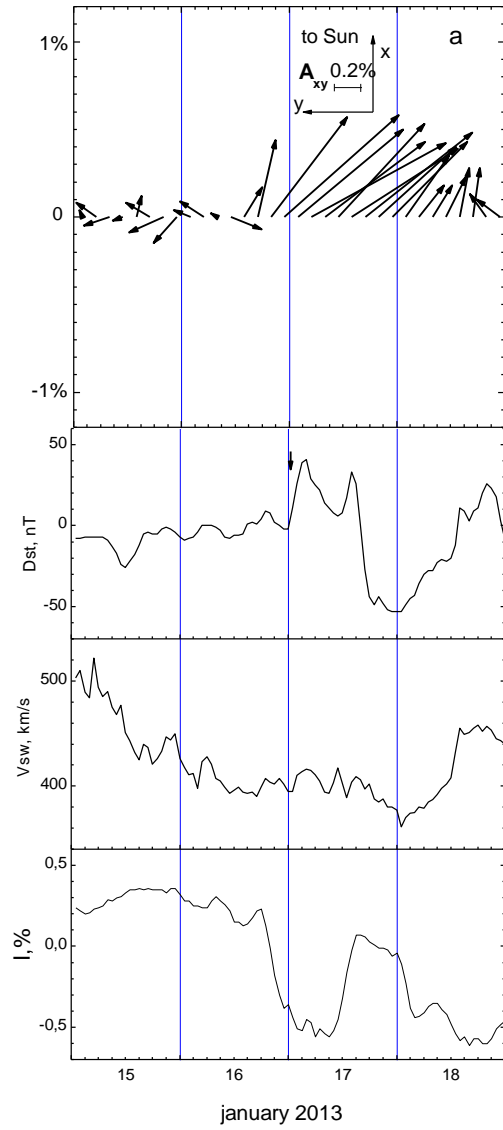
- параметров вектора суточной анизотропии \mathbf{A} и изотропной интенсивности КЛ I_{CR} (NMDB)
- вариаций D_{st} -индекса геомагнитной активности (WDC, Kyoto)
- скорости солнечного ветра V_{sw} (KA ACE)

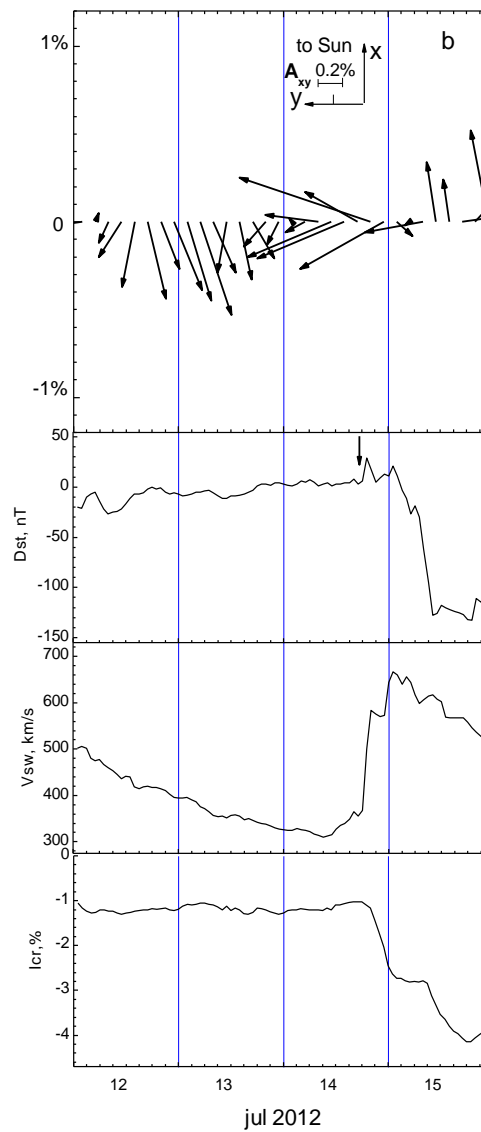
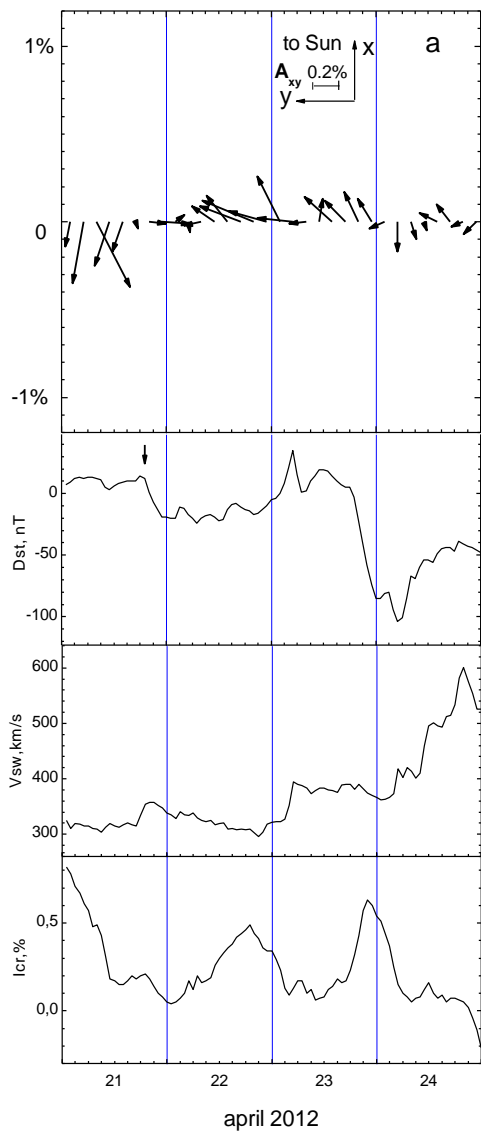
Ожидаемое поведение вектора анизотропии КЛ перед возмущениями межпланетной среды

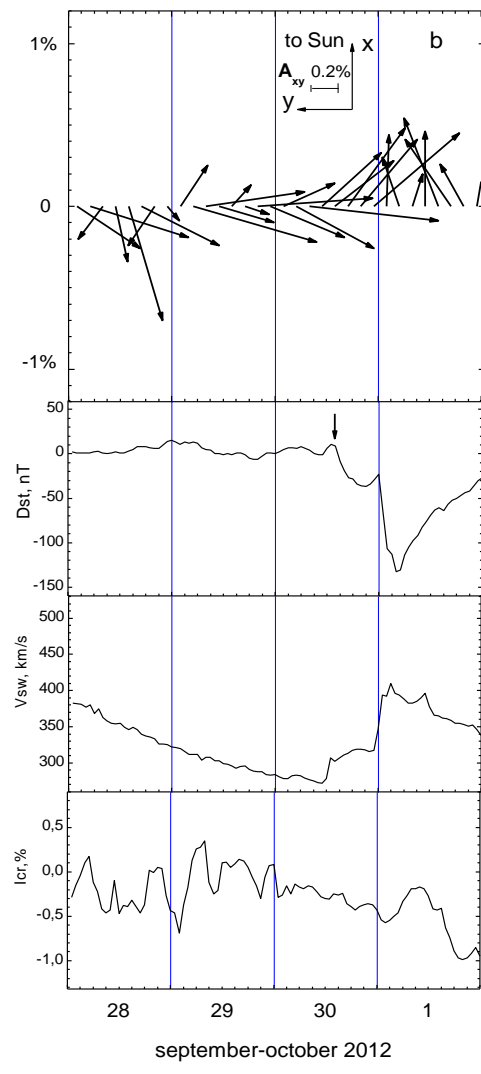
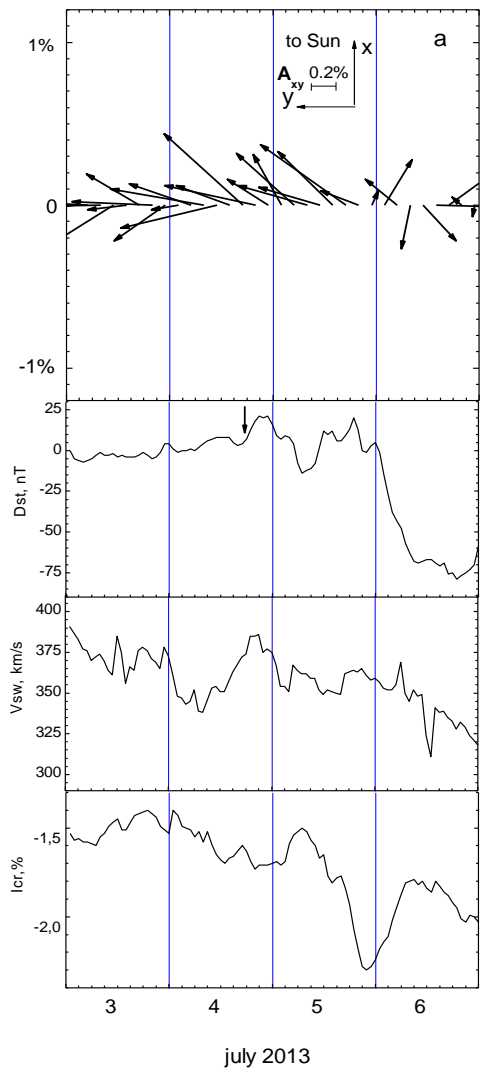
Средние амплитуда и фаза суточного вектора анизотропии КЛ **A** имеют величину около 0.4% и направление на 18 часов местного времени, соответственно (Крымский Г.Ф., 1969).

При приближении возмущения СВ к Земле можно выделить 4 типа характерного поведения анизотропии КЛ (предвестников) (Алтухов А.М. и др., 1973):

1. Увеличение амплитуды A_x -компоненты анизотропии КЛ к Солнцу (или увеличение составляющей потока КЛ от Солнца).
2. Поворот вектора анизотропии КЛ **A** в направлении от Солнца (или появление потока КЛ к Солнцу).
3. Значительное (до 0.6%) увеличение амплитуды A_y -компоненты анизотропии КЛ.
4. Аномальное направление фазы вектора анизотропии КЛ **A** (на 9 часов местного времени).







Результаты:

1. Рассмотрено 25 геомагнитных бурь с $Dst < -50nT$, зарегистрированных в 2012-2013 гг.
2. Из 25 возмущений геомагнитного поля, 20 (80%) имели предикторы с заблаговременностью от 9 часов до почти 3-х суток.
3. Для 12 (48%) геомагнитных бурь предиктором служило появление устойчивой (более 3-х часов и с амплитудой $> -0.3\%$) **отрицательной** A_x компоненты анизотропии КЛ (появление потока КЛ в сторону Солнца).
4. Появление **положительной** $A_x > 0.3\%$ было предиктором для 6 (24%) магнитных возмущений (поток КЛ от Солнца).
5. В 2 (8%) случаях предиктором являлось только увеличенная A_y -компонента или аномальное поведение **A**.
6. Не установлено характерных связей предикторов в поведении анизотропии КЛ с динамикой скорости солнечного ветра или интенсивностью КЛ.

Заключение:

1. С целью прогноза геоэффективных возмущений солнечного ветра исследована возможность использования на основе базы данных сети нейтронных мониторов NMDB результатов метода глобальной съемки в режиме реального времени.
2. Анализ полученных результатов показал, что использование такого подхода и его последующее развитие может значительно (до 80%) повысить достоверность прогноза геомагнитных возмущений по данным наземных измерений космических лучей.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (№12-02-98507-р_восток-а и №13-02-00989-а), Программы Президиума РАН №10 и гранта Президента РФ для поддержки ведущих научных школ (НШ-3269.2014.2).

Спасибо за внимание!