

# ДИНАМИКА ПОВЕДЕНИЯ ЗОНАЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ И VZ-КОМПОНЕНТЫ МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПЕРИОДЫ ГЕОМАГНИТНЫХ БУРЬ В 23-м И 24-м ЦИКЛАХ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Зверев А.С., Стародубцев С.А., Григорьев В.Г., Гололобов П.Ю.

E-mail: [zverevas@ikfia.ysn.ru](mailto:zverevas@ikfia.ysn.ru)

Skype: [live:.cid.104c675f304ddc8b](skype:live:.cid.104c675f304ddc8b)

ФГБУН ФИЦ «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»  
Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера

# Аннотация

Аномальные вариации Vz-компоненты возмущенного межпланетного магнитного поля часто являются причиной геомагнитных бурь различной интенсивности. С 2017 в ИКФИА СО РАН, на основе использования метода глобальной съемки и анализа поведения зональных (северо-южных) составляющих распределения космических лучей в реальном времени, проводится прогноз начала геомагнитных возмущений с  $Dst < -50$  нТл. В данной работе исследуется связь динамики вариаций Vz-компоненты во время геомагнитных бурь с поведением зональных составляющих вариаций космических лучей перед началом возмущений в 23-м и 24-м циклах солнечной активности. Однозначной связи между динамикой проявления предикторов бурь в космических лучах и поведением Vz-компоненты межпланетного магнитного поля во время геомагнитных возмущений не обнаружено. В то же время, перед некоторыми магнитными бурями, наблюдается схожая динамика величин зональных компонент космических лучей, которая также сопровождается характерными вариациями Vz-компоненты в период возмущения.

# Введение

Как показали проведенные нами исследования, основными предикторами в КЛ, эффективно реагирующих на приближение к Земле геоэффективных возмущений межпланетной среды, являются изменения амплитуд зональных (северо-южных) компонент высокочастотной части изотропной интенсивности КЛ ( $C_{00}$ ) и первых двух моментов их углового распределения ( $C_{10}$  и  $C_{20}$ ). Превышение положительного значения каждого из этих компонент величины 0.7% или их сумм уровня 1% служит предиктором геомагнитной бури [Григорьев и др., 2019]. Результаты проводимого мониторинга показывают, что в среднем с вероятностью  $\geq 0.7$  геомагнитные возмущения с  $Dst < -50$  нТл имеют предиктор по данным наземных измерений КЛ. В данной работе исследуется связь динамики вариаций Vz-компоненты ММП в периоды геомагнитных бурь с поведением зональных составляющих вариаций КЛ перед началами сильных возмущений магнитного поля земли в 23-м и 24-м циклах солнечной активности.

# Экспериментальные данные

Для анализа нами выбраны 33 сильные магнитные бури с амплитудой меньше - 100нТл [WDC for Geomagnetism, Kyoto, <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/index.html>], наблюдавшиеся в периоды роста, максимума и спада в 23-м и 24-м циклах солнечной активности. Из 23-х магнитных бурь 23-го цикла 18 имели предикторы по КЛ. В то же время из 10 бурь 24-го цикла предиктор имели только 6. Как показал проведенный анализ, однозначной связи между поведением Vz-компоненты и динамикой возрастания величин зональных составляющих распределения КЛ перед началом магнитных бурь не наблюдается, но можно выделить характерные случаи, когда отсутствие или проявление предикторов магнитных бурь по измерениям КЛ связано с определенной динамикой поведения Vz-компоненты ММП во время возмущений. Отметим что данные измерений ММП доступны по адресу: [<https://omniweb.gsfc.nasa.gov/form/dx1.html>].

Рис. 1. Поведения Vz-компоненты, Dst-вариаций и зональных компонент ( $C_{00}$ ,  $C_{10}$  и  $C_{20}$ ) в периоды 2-х геомагнитных бурь, наблюдавшихся 10 марта 1998 г. (рис. 1а) и 23 апреля 2012 г. (рис. 1б) в которых не проявились предикторы в КЛ. В этих случаях положительные значения зональных компонент КЛ не превышают критического значения 0.7% , а их суммы величины 1%. Как видно из рис. 1 наблюдается схожая динамика в поведении Vz-компоненты ММП перед началами и в периоды главных фаз магнитных бурь.

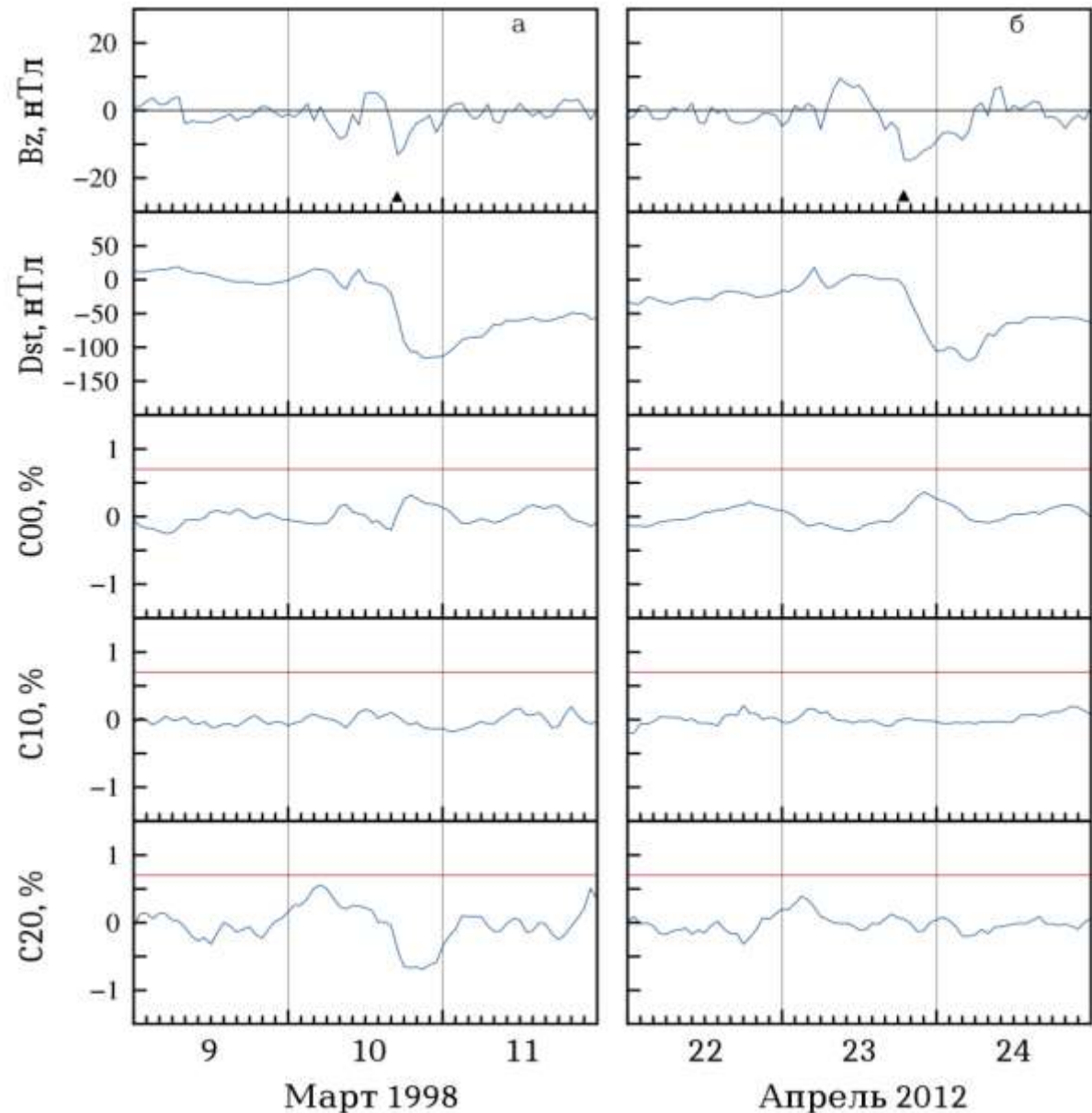


Рис. 2. Поведения Vz-компоненты ММП, Dst-вариаций геомагнитного поля и зональных компонент ( $C_{00}$ ,  $C_{10}$  и  $C_{20}$ ) в периоды 2-х геомагнитных бурь, наблюдавшихся 26 августа 1998 г. (рис. 2а) и 6 ноября 2000 г. (рис. 2б). Красными линиями указаны критические уровни, треугольниками — внезапные начала геомагнитных бурь (SSC). Представлены случаи в которых предикторы возмущений проявились по всем 3-м зональным компонентам (превышение критического уровня во всех случаях).

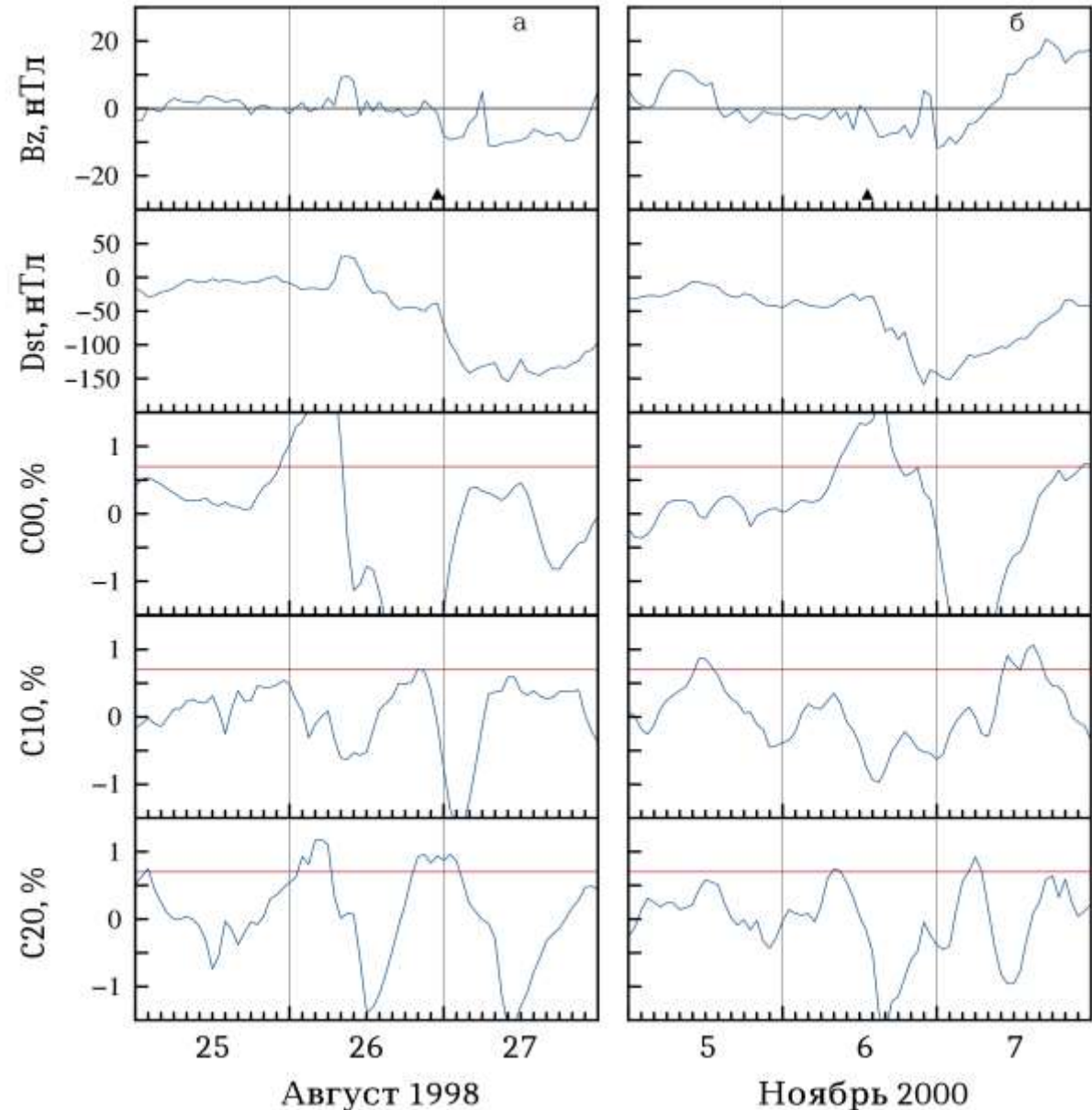
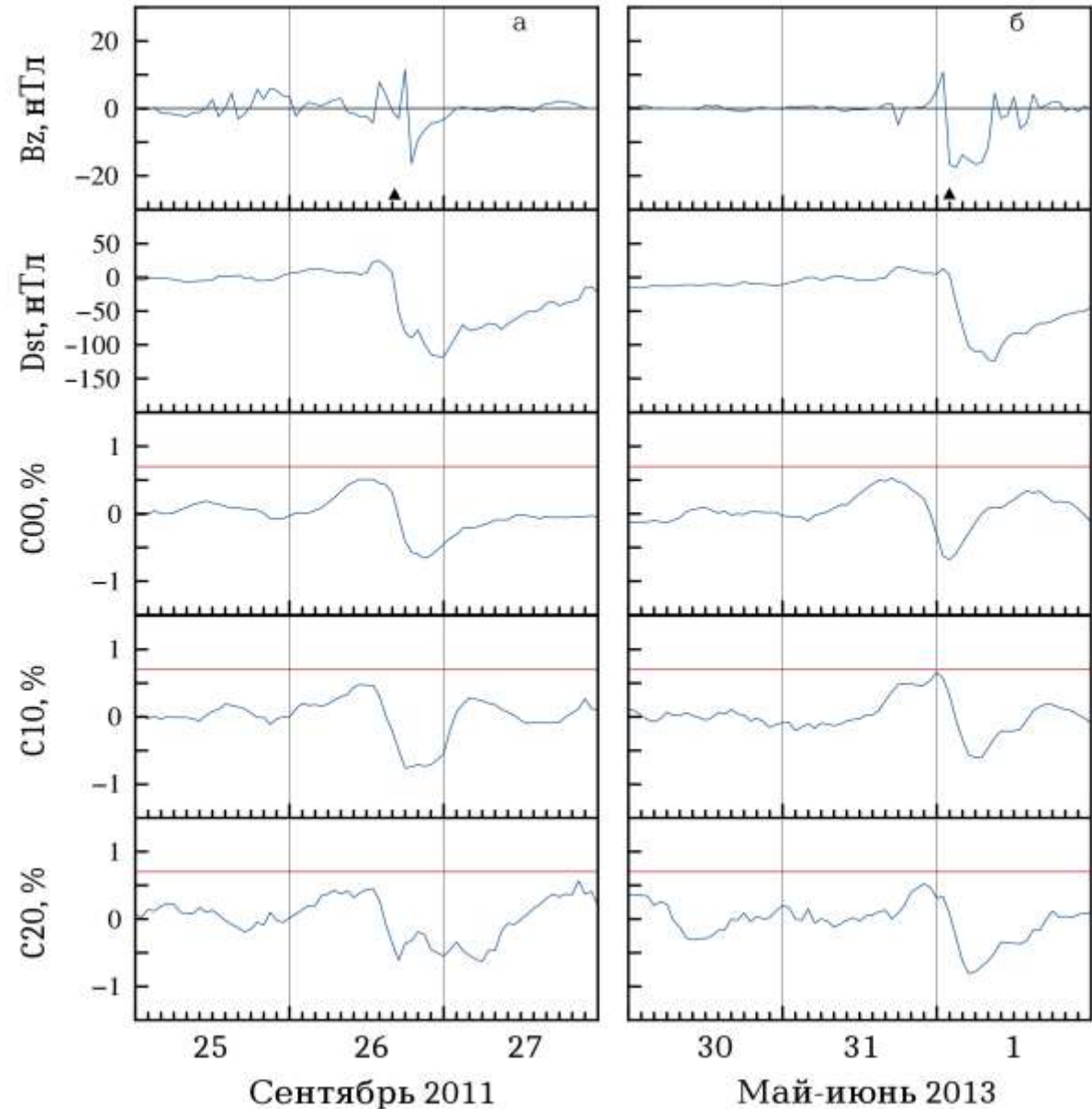


Рис. 3. Поведения Vz-компоненты ММП, Dst-вариаций геомагнитного поля и зональных компонент ( $C_{00}$ ,  $C_{10}$  и  $C_{20}$ ) в периоды 2-х геомагнитных бурь, наблюдавшихся 26 сентября 2011 г. (рис. 3а) и 1 июня 2013 г. (рис. 3б)., в которых проявления предикторов были только по превышению критического значения для сумм в 1%. При этом можно отметить подобную динамику поведения всех 3-х зональных компонент распространения КЛ. В поведении Vz-компоненты ММП отмечается лишь ее увеличение перед началом геомагнитных бурь.



# Заключение

1. Динамика поведения Vz-компоненты ММП в периоды геомагнитных бурь, не является определяющим для пространственного распределения зональных компонент КЛ перед бурями;
2. В то же время, наблюдаются геомагнитные бури, в которых структура возмущенного ММП в области переднего фронта межпланетной ударной волны определяет характерное распределение КЛ перед областью распространения возмущения.