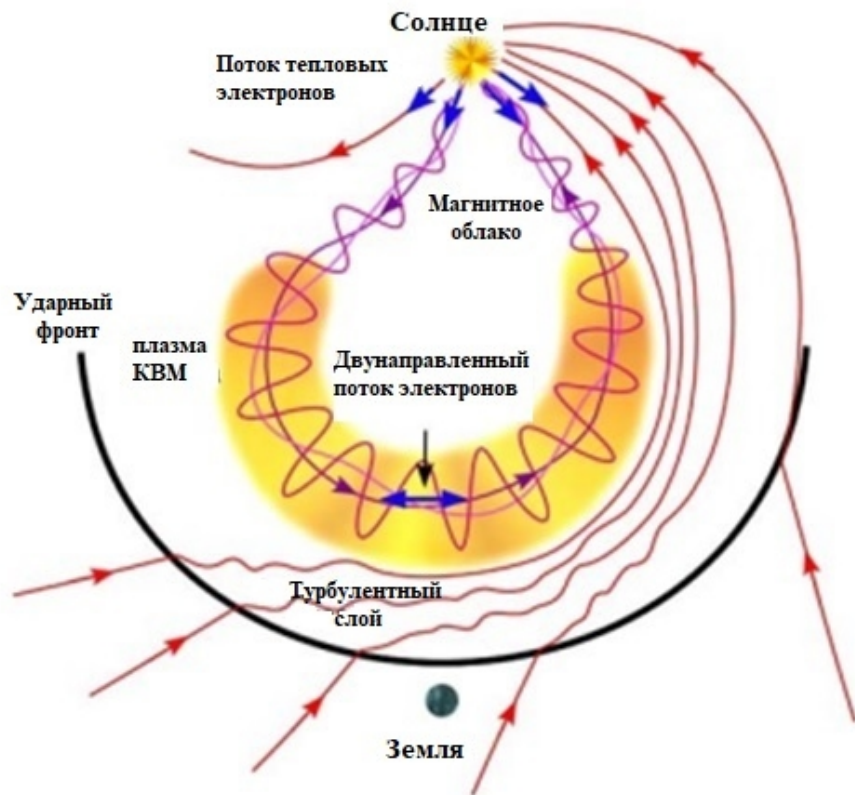


Эффективность механизмов формирования спорадических форбуш-понижений

Петухова А.С., Петухов И.С., Петухов С.И.

ИКФИА СО РАН, г. Якутск, i_van@ikfia.ysn.ru

37 Всероссийская конференция по космическим лучам
(Москва, 27.06 – 1.07.2022)



Общепринятой причиной формирования спорадических Форбуш понижений принято считать диффузию космических лучей в турбулентном слое, КВМ и магнитном облаке (диффузионный механизм).

Нами предложен электромагнитный механизм формирования форбуш-понижения в магнитном облаке.

Из-за движения в индуцированном электрическом поле магнитного облака энергия космических лучей слабо, но монотонно меняется. Характерное магнитное поле облака может удерживать космические лучи значительное время, что приводит к значительному изменению энергии. Так как спектр невозмущенных космических лучей падающий это будет вызывать дефицит частиц регистрируемых приборами.

База данных вариации интенсивности космических лучей зарегистрированных нейтронными мониторами методом глобальной съемки ИЗМИРАН
(<http://spaceweather.izmiran.ru/eng/dbs.html>)

База данных параметров солнечного ветра OMNIWeb
(<https://omniweb.gsfc.nasa.gov/form/dx1.html>)

База данных межпланетных выбросов корональной массы зафиксированных на орбите Земли I.G. Richardson and H.V. Cane
(<http://www.srl.caltech.edu/ACE/ASC/DATA/level3/icmetable2.htm>) для 23-го солнечного цикла

База данных межпланетных выбросов корональной массы Wind ICME Catalogue
(https://wind.nasa.gov/ICME_catalog/ICME_catalog_viewer.php) для 24-го солнечного цикла

Критерии отбора событий:

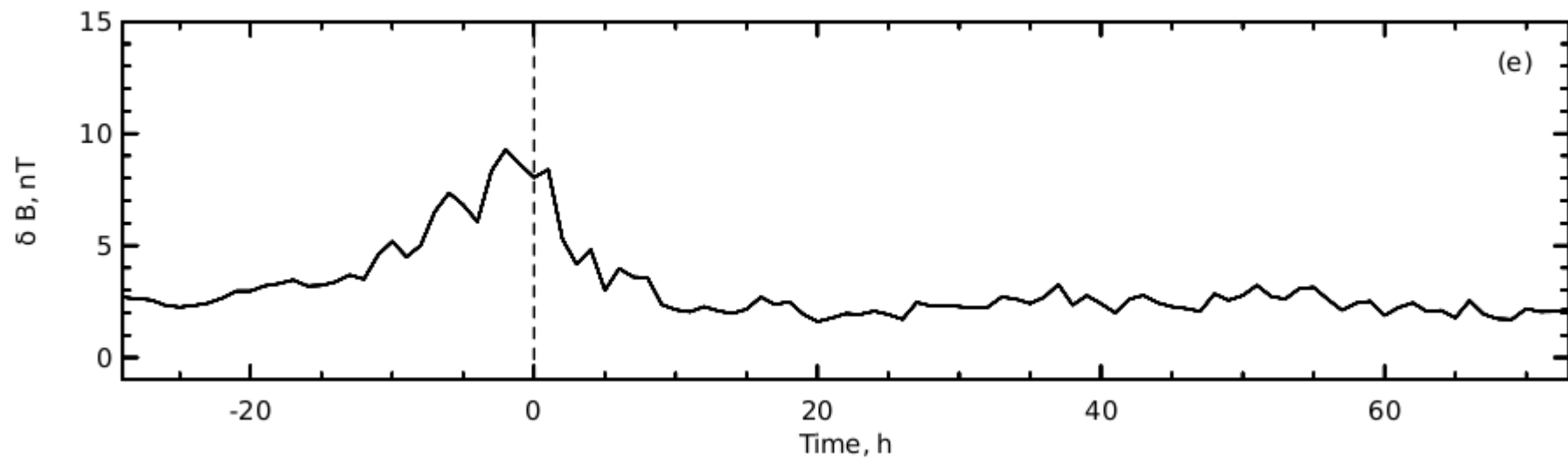
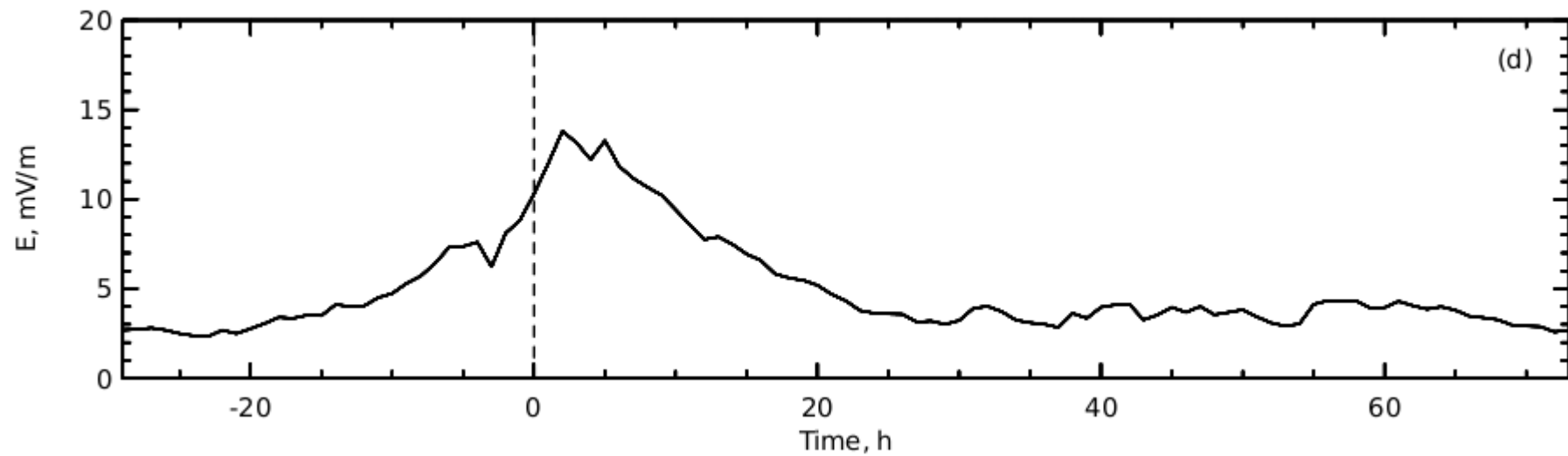
1. Наличие данных по событию в каталогах Ричардсона - Кейн и WIND ICME
2. Амплитуда форбуш-понижения больше 5%
3. Наличие данных по параметрам солнечного ветра в базе данных OMNI

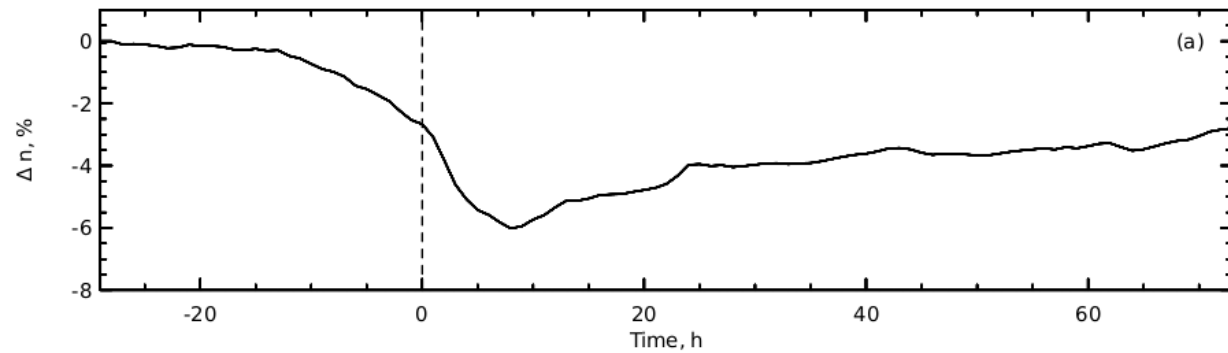
Период исследования 1996-2018 гг. (23-й и 24-й солнечные циклы) отобрано всего 31 событие, 23 за 23-й цикл и 8 за 24-й. Что составляет 20% от всех зарегистрированных форбуш-понижений, связанных с магнитными облаками.

Алгоритм обработки:

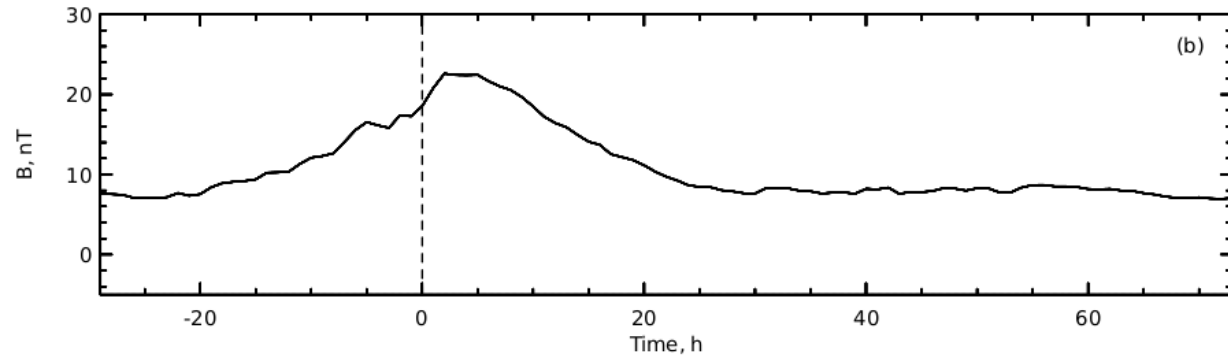
1. Отбор события.
2. Определение дня года с событием.
3. Загрузка данных (начало ряда данных 1 сутки до дня с событием, конец — 4 суток после дня с событием, 6 суток в сумме).
4. Определение периода (начало и конец) совпадающего для всех отобранных событий. Нулевой час — момент прихода на орбиту Земли переднего края магнитного облака.
5. Нормировка вариации интенсивности космических лучей на момент прихода ударной волны (уровень 0). Заполнение пробелов в данных при помощи линейной интерполяции.
6. Определение компонент скорости потока и расчет компонент электрического поля.
7. Определение средних значений параметров для всех событий.

Основные анализируемые величины: напряженности электрического и магнитного полей, турбулентная компонента магнитного поля, относительная плотность числа космических лучей.

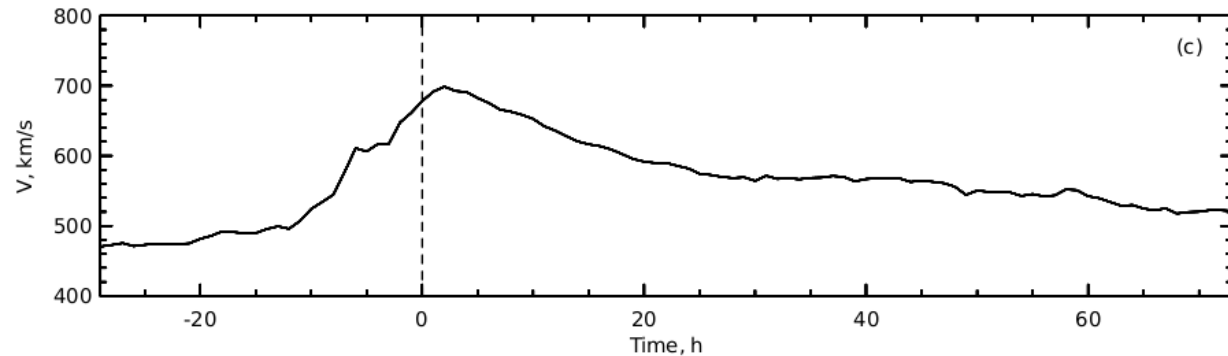




Падение в области действия диффузионного механизма: 2.67%

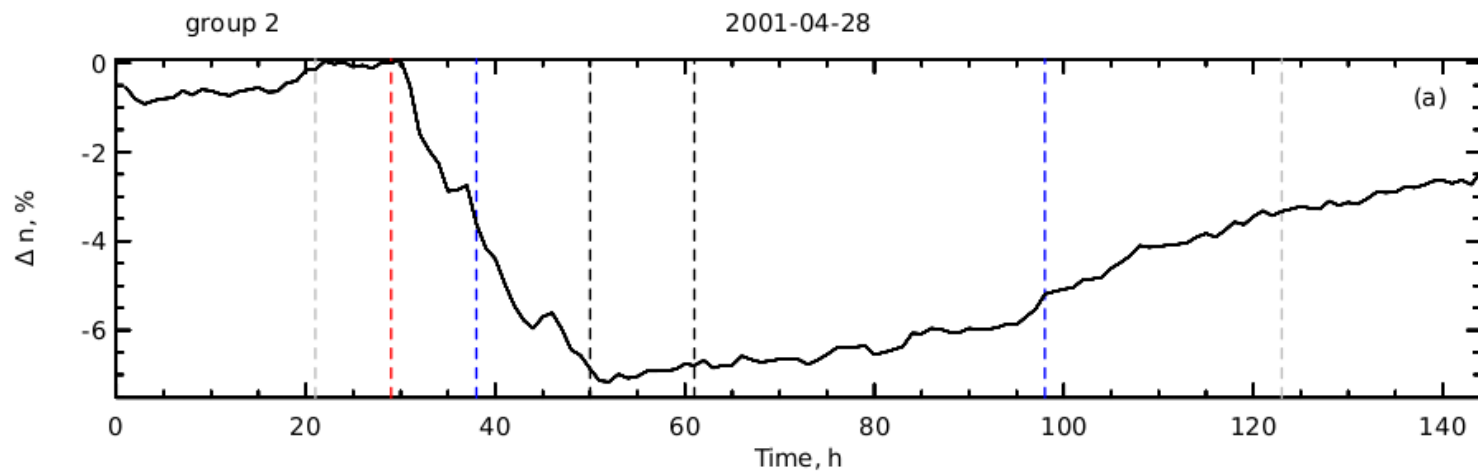
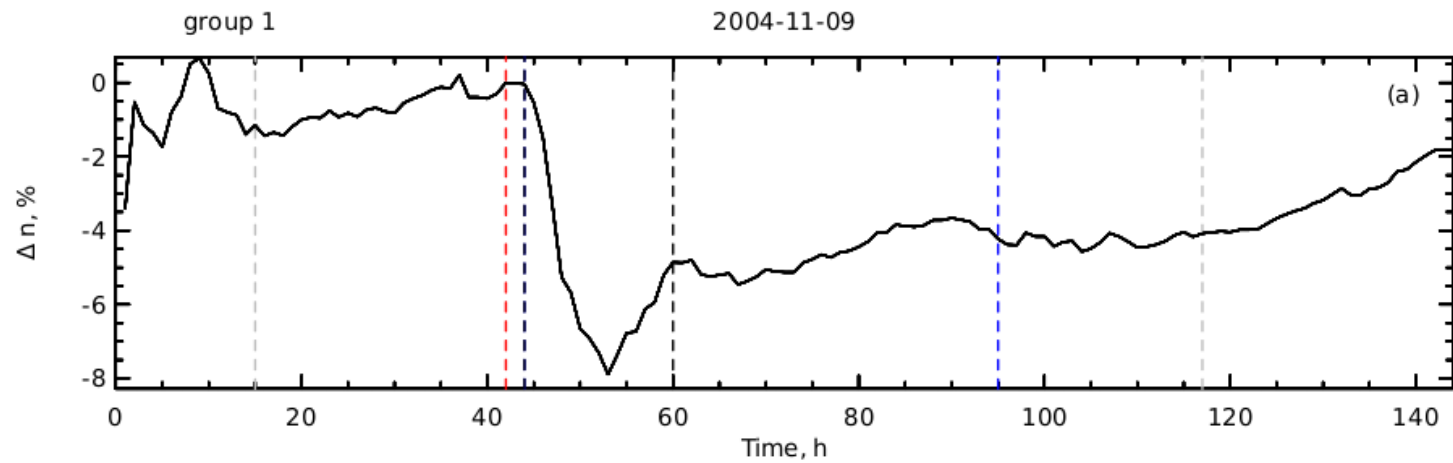


Падение в области действия электромагнитного механизма: 3.34%



Всего 6.01%

Вклады диффузионного механизма и электромагнитного в амплитуду форбуш-понижения практически равны.



Number	Group 1 ($A_{EM} > A_{DM}$)	Group 2 ($A_{EM} < A_{DM}$)
1	2000.07.13	1998.05.01
2	2000.07.15	1998.09.24
3	2000.10.28	1998.11.08
4	2000.11.06	1999.02.18
5	2001.04.04	2001.04.11
6	2001.11.24	2001.04.28
7	2003.10.29	2002.03.18
8	2003.11.20	2002.04.17
9	2004.07.26	2002.05.23
10	2004.11.09	2004.07.24
11	2005.05.15	2004.11.07
12	2011.10.24	2006.12.14
13	2012.03.12	2012.03.08
14	2014.09.12	2012.07.14
15	2017.09.07	2015.06.22
16	—	2017.07.16

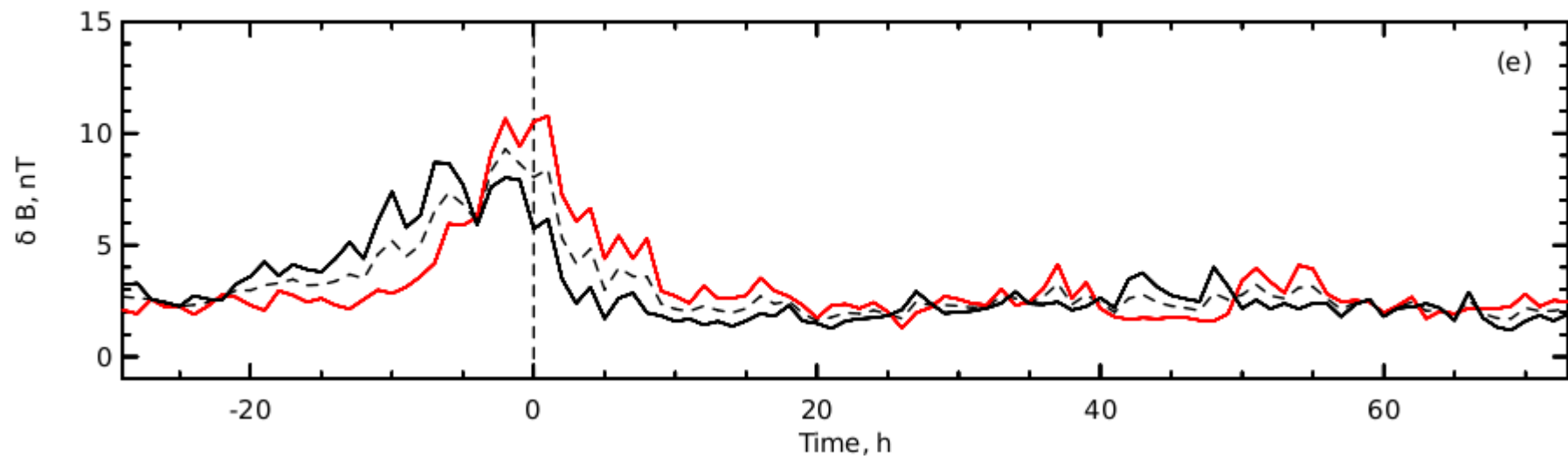
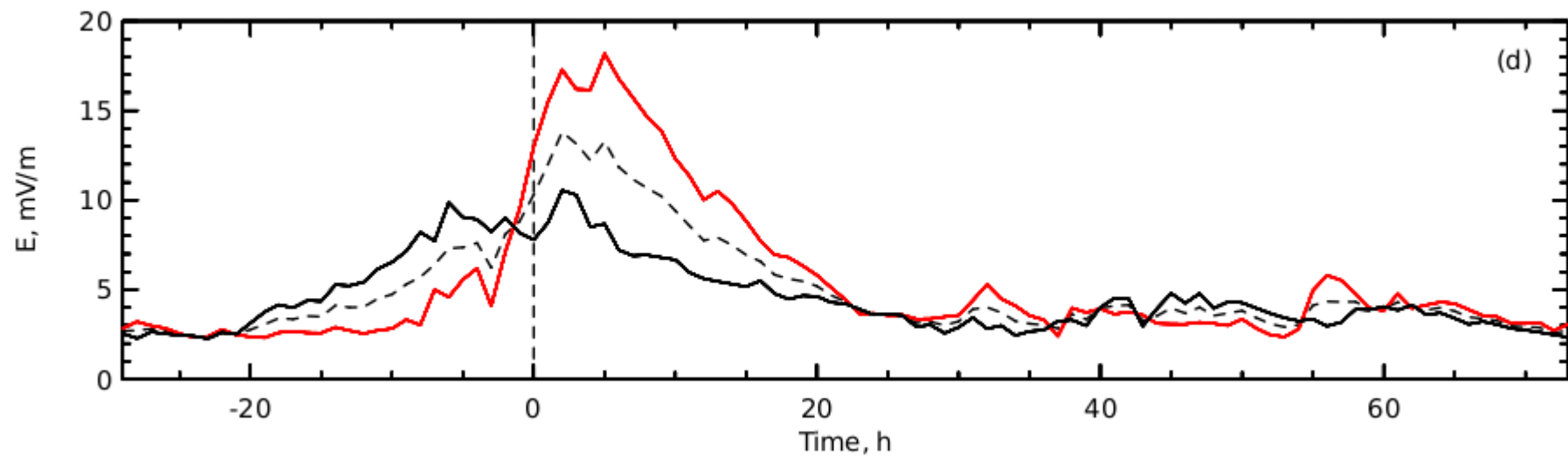
Дата события определяется :

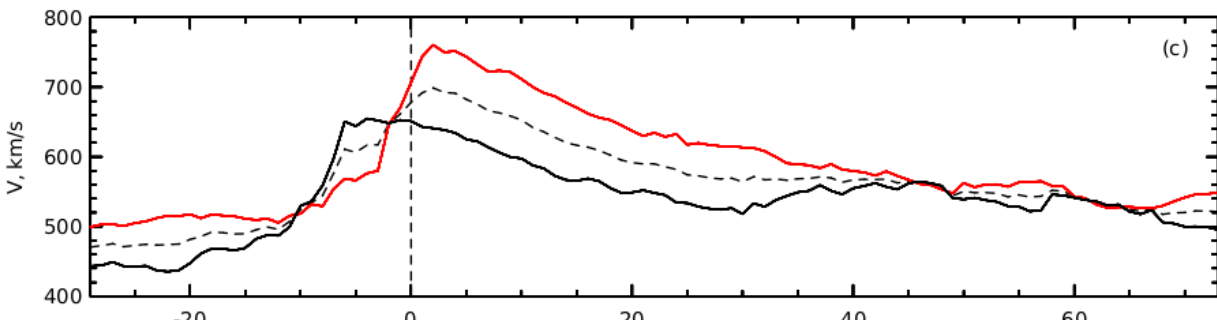
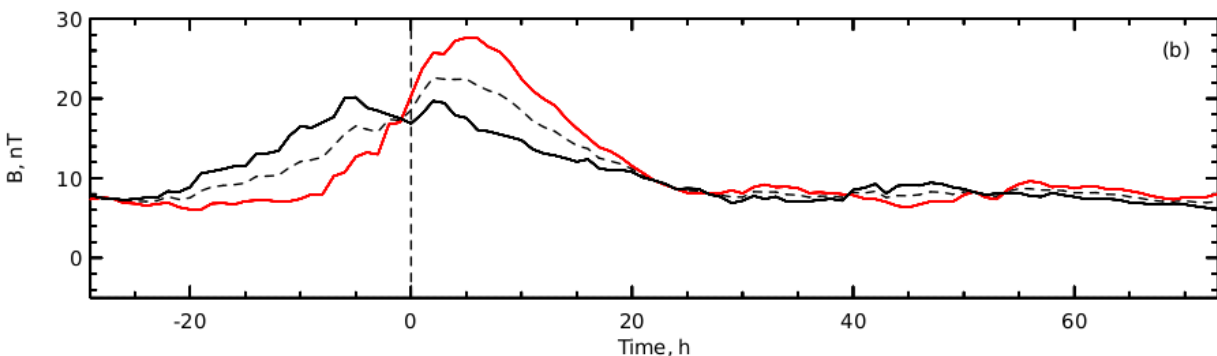
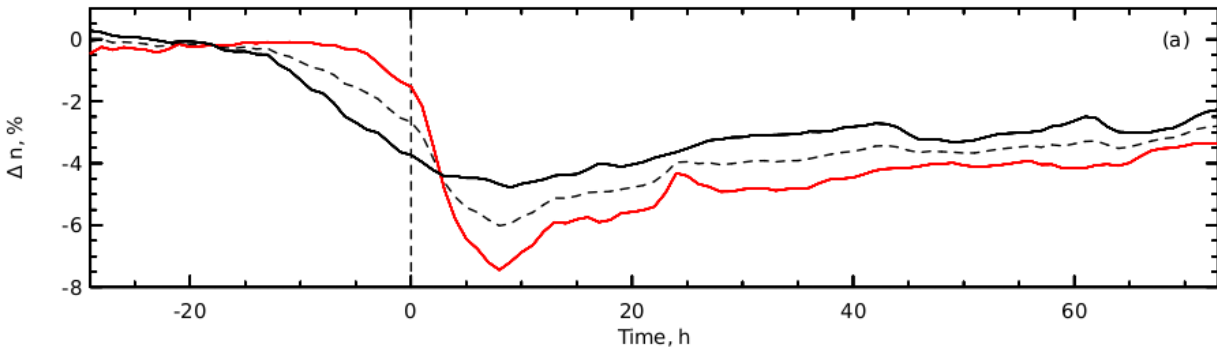
В 23-м цикле по резкому началу геомагнитного шторма (обычно связанному с приходом ударной волны).

Для 24-го цикла по приходу передней границы СМЕ.

В 1-й группе 15 событий:
11 в 23-м цикле и 4 в 24-м.

Во 2-й группе 16 событий:
12 в 23-м цикле и 4 в 24-м.





Для 1-й группы

Падение в области действия
диффузионного механизма: 1.53%

Падение в области действия
электромагнитного механизма: 5.91%

Всего 7.44%

Разделение 20.5% на 79.5%

Для 2-й группы

Падение в области действия
диффузионного механизма: 3.73%

Падение в области действия
электромагнитного механизма: 1.05%

Всего 4.78%

разделение 78% на 22%

Выводы:

Результаты анализа сильных форбуш-понижений (>5%), зарегистрированных в течение 1996-2018 гг., показывают:

Спорадические форбуш-понижения формируются диффузионным и электромагнитным механизмами. Диффузионный механизм действует в области повышенной турбулентности магнитного поля, это области сжатого солнечного ветра и КВМ. В магнитном облаке действует электромагнитный механизм, эффективность которого определяют величины напряженностей электрического и магнитного полей.

Средняя амплитуда всех форбуш-понижений равна 6.01 %.

Сильные форбуш-понижения можно разделить на 2 группы, состоящие из одинакового количества событий.

К 1-й группе относятся самые сильные, сформировавшиеся в результате эффективного действия диффузионного и электромагнитного механизмов.

Средняя амплитуда форбуш-понижений 1-й группы $A_{ФП} = 7.44\%$, вклады диффузионного механизма $1.53\% = 0.205 A_{ФП}$ и электромагнитного $5.91\% = 0.795 A_{ФП}$.

Средняя амплитуда форбуш-понижений 2-й группы $A_{ФП} = 4.78\%$, вклады диффузионного механизма $3.73\% = 0.78 A_{ФП}$, электромагнитного $1.05\% = 0.22 A_{ФП}$.

СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!!!