

37 Всероссийская конференция по космическим лучам



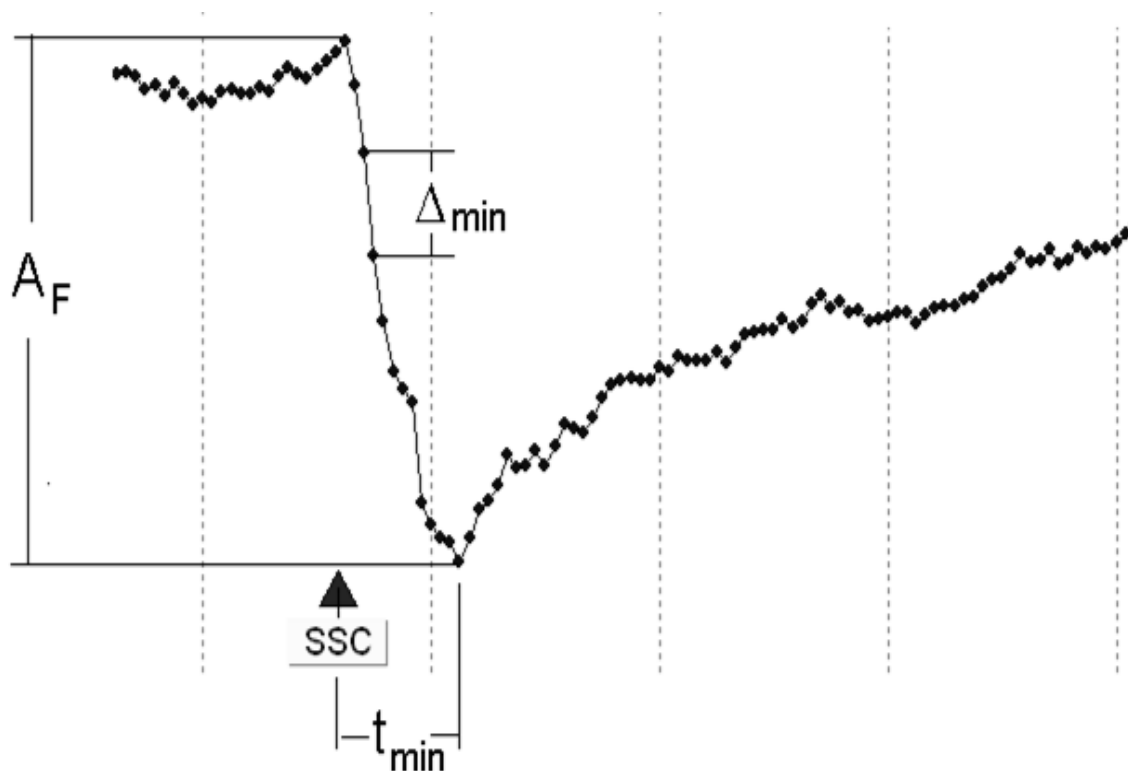
ИЗМИРАН

Особенности поведения временных параметров
Форбуш-понижений, связанных с разными
типами солнечных и межпланетных источников

Мелкумян А. А., Белов А. В., Абунина М. А., Шлык Н. С., Абунин А. А.,
Оленева В. А., Янке В. Г.

Введение

Форбуш-эффекты (Форбуш-понижения) – изменения плотности и анизотропии космических лучей в крупномасштабных возмущениях солнечного ветра



Цель работы

Изучение временных параметров Форбуш-понижений:

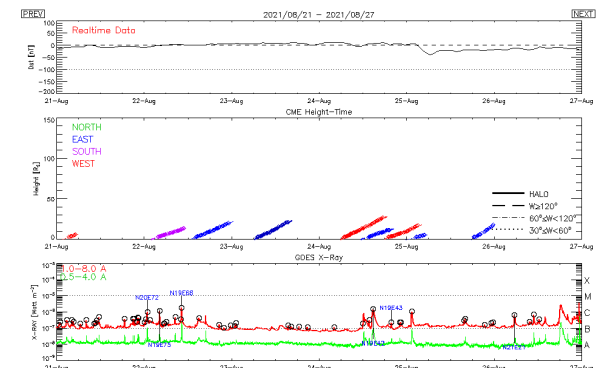
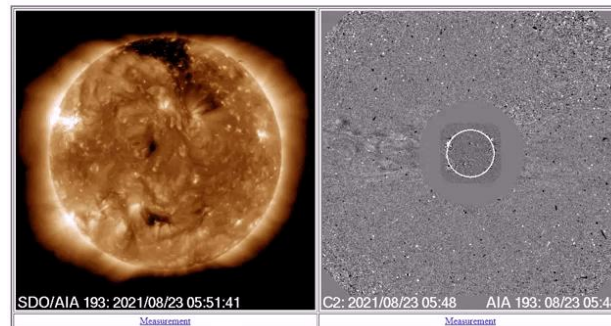
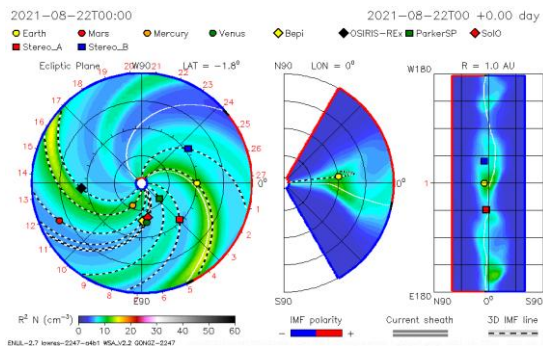
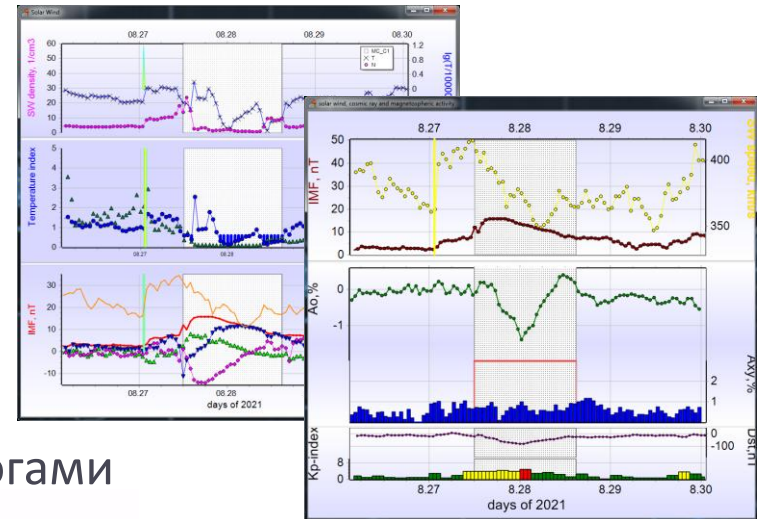
1. связанных с CMEs из активных областей, сопровождающихся солнечными вспышками (группа CME1)
2. вызванных межпланетными возмущениями от волоконных выбросов из регионов за пределами активных областей (группа CME2)
3. вызванных высокоскоростными потоками из корональных дыр (группа CH)
4. связанных с несколькими солнечными источниками (смешанные события – группа MIX)

Используемые данные

- ▶ База данных Форбуш-эффектов и межпланетных возмущений (FEID), созданная в ИЗМИРАН
<http://spaceweather.izmiran.ru/eng/dbs.html>
 - ▶ Часовые вариации плотности и анизотропии космических лучей (КЛ) с жесткостью 10 ГВ, посчитанные методом глобальной съемки
 - ▶ База данных OMNI <https://omniweb.gsfc.nasa.gov/>
 - ▶ Геомагнитные данные <ftp://ftp.gfz-potsdam.de/pub/home/obs/kp-ap/wdc/>, <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dstdir/index.html>
 - ▶ Данные по солнечным вспышкам и активным областям
<ftp://ftp.swpc.noaa.gov/pub/indices/events/>
 - ▶ Список SSCs http://isgi.unistra.fr/data_download.php
-
- ▶ 1997 – 2017 гг. Всего **1055** ФЭ

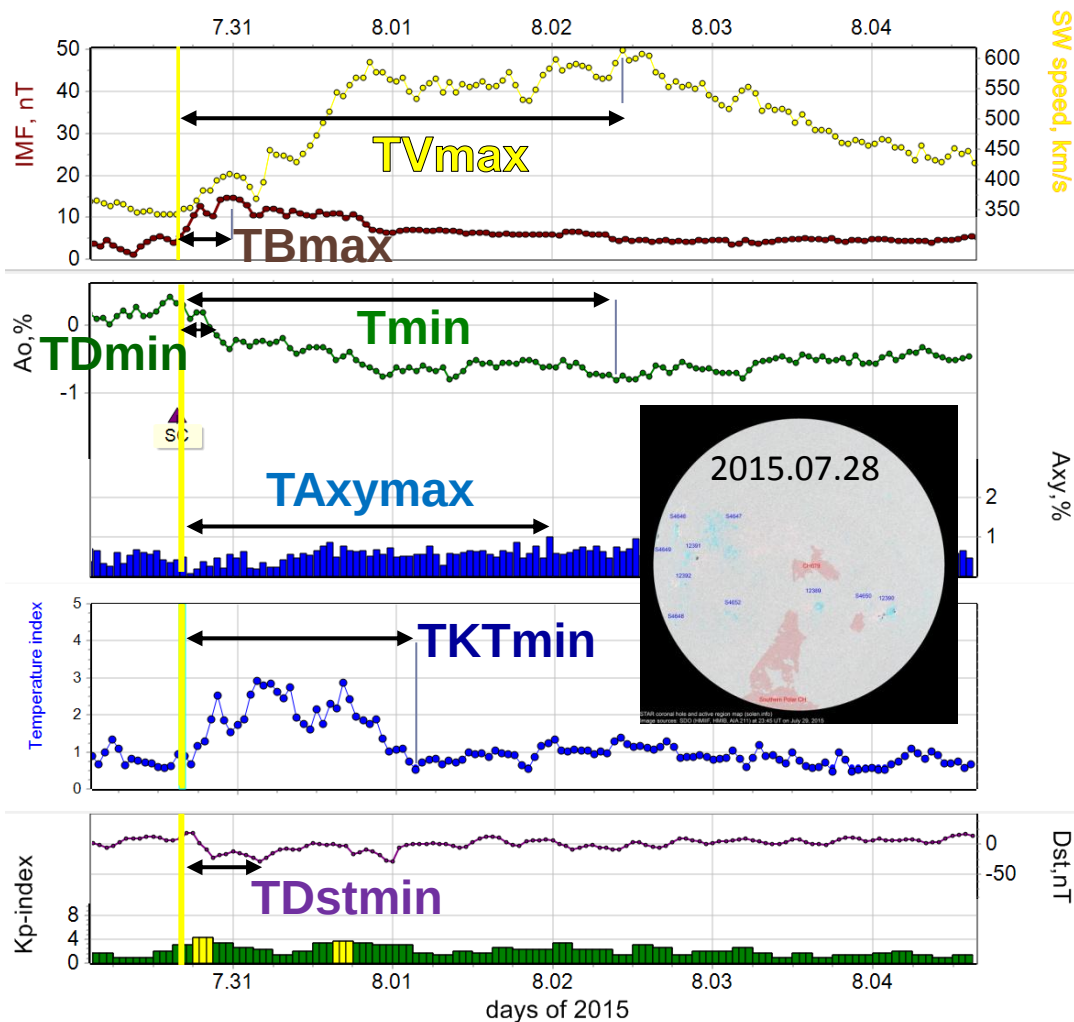
Идентификация солнечных источников

- ▶ Изучение параметров СВ, КЛ, ГА
 - ▶ оценка скорости и времени
- ▶ Анализ солнечных данных
 - ▶ рассмотрение существующих моделей
 - ▶ сравнение полученных результатов с различными базами данных и каталогами



- ▶ Вывод о типе солнечного источника: вспышечное СМЕ, волокноное СМЕ, поток из КД, смешанное событие

Пример из группы СН (211 событий)



Время от начала ФЭ до:

- ▶ достижения максимальной скорости (TVmax)
- ▶ достижения максимального ММП (TBmax)
- ▶ достижения минимального значения плотности КЛ (Tmin)
- ▶ максимального часового снижения плотности КЛ (TDmin)
- ▶ максимальной анизотропии КЛ (TAxymax)
- ▶ минимального значения температурного индекса (TKTmin)

$$KT = T_{\text{obs}} / T_{\text{exp}}$$

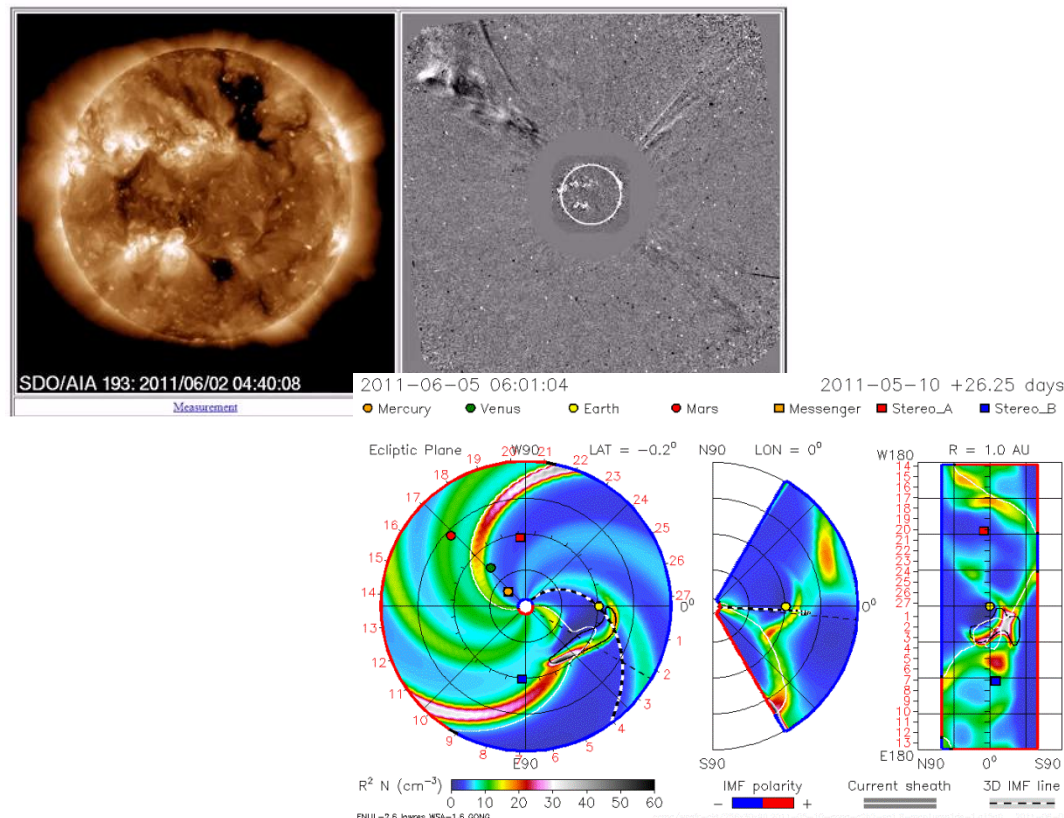
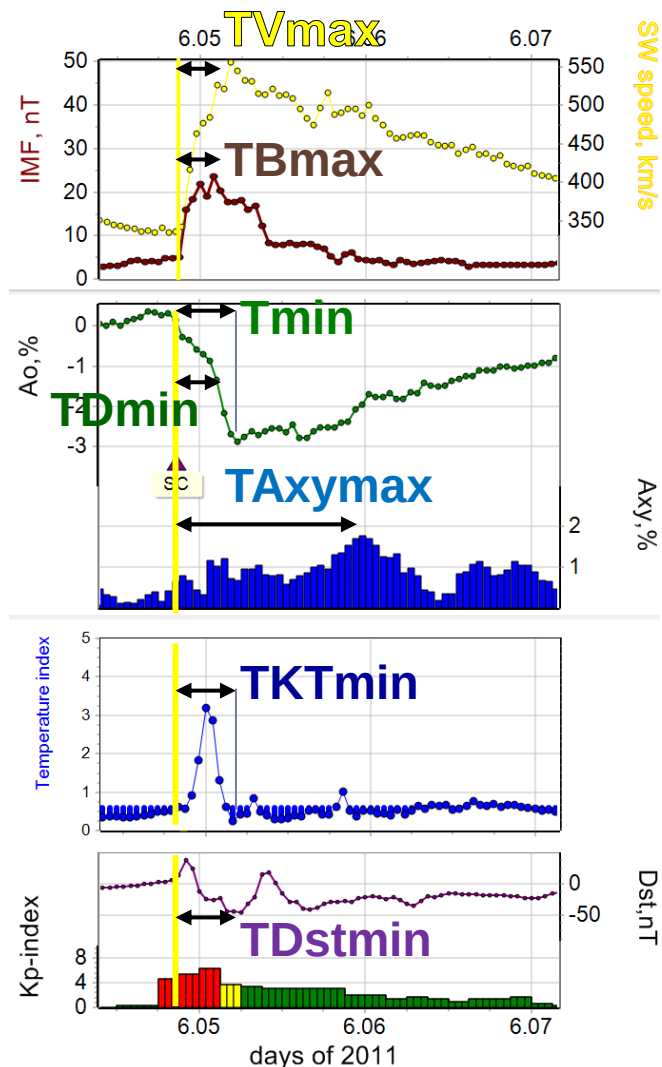
$$\lg T_{\text{exp}} = a + b \lg V$$

Мелкумян и др., 2020, ГИА
Melkumyan et al., 2021, MNRAS

- ▶ минимального значения Dst-индекса (TDstmin)

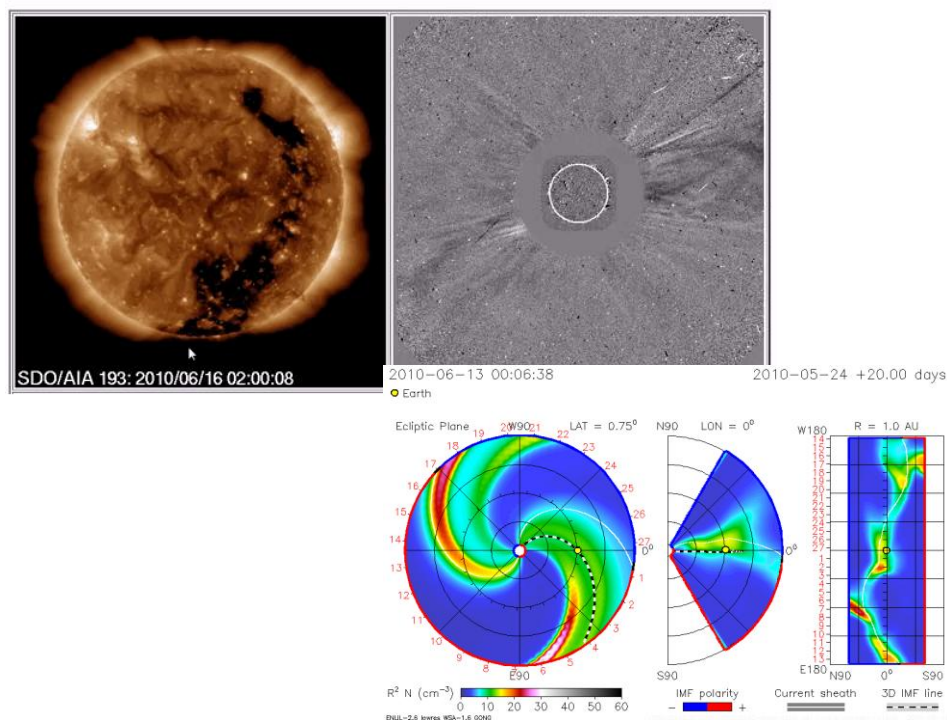
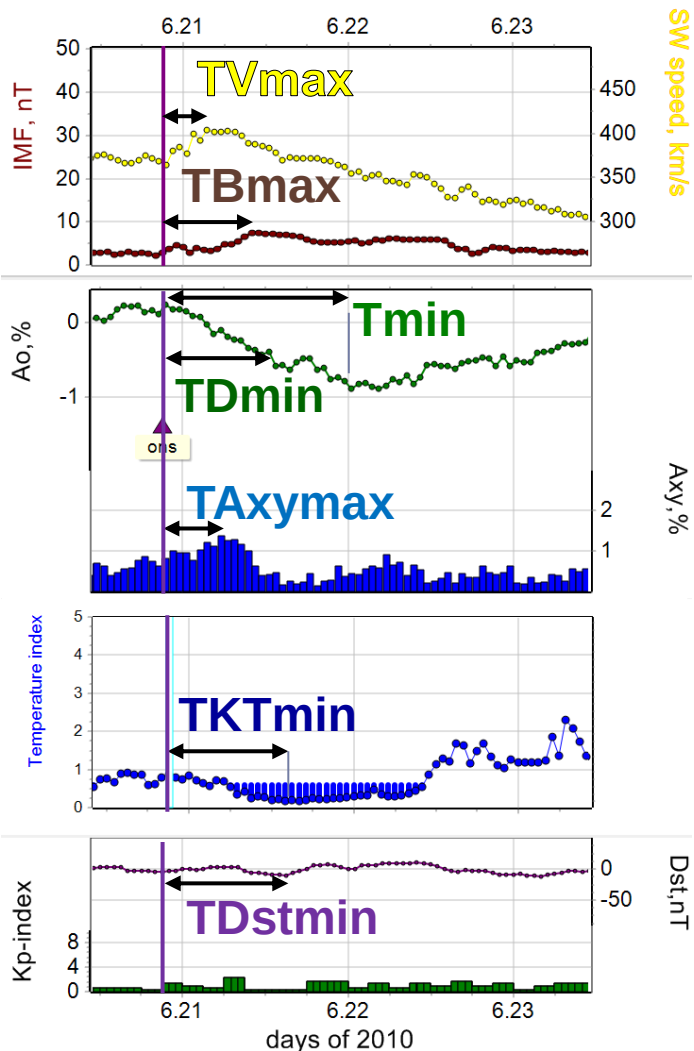
Пример из группы СМЕ1 (250 событий)

► Источник: 2011.06.02 7:22 UT
SF C3.7 (S19E25)

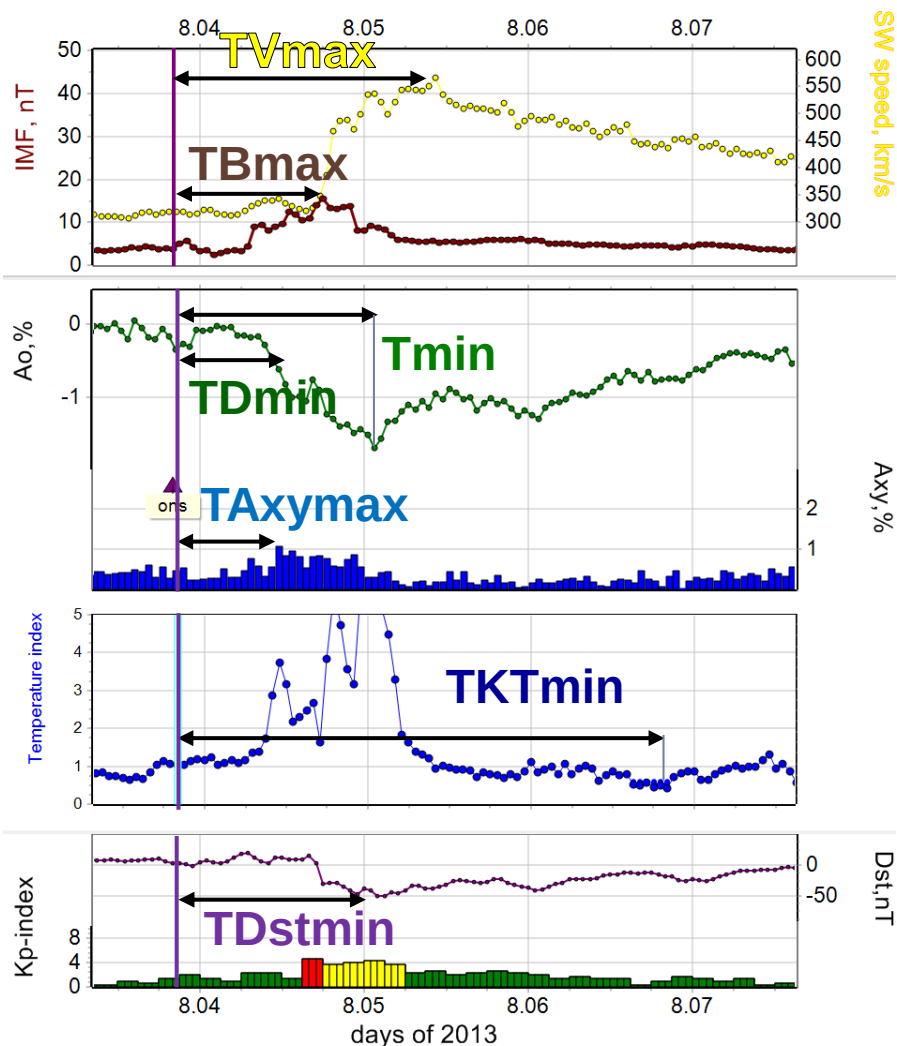


Пример из группы СМЕ2 (151 событие)

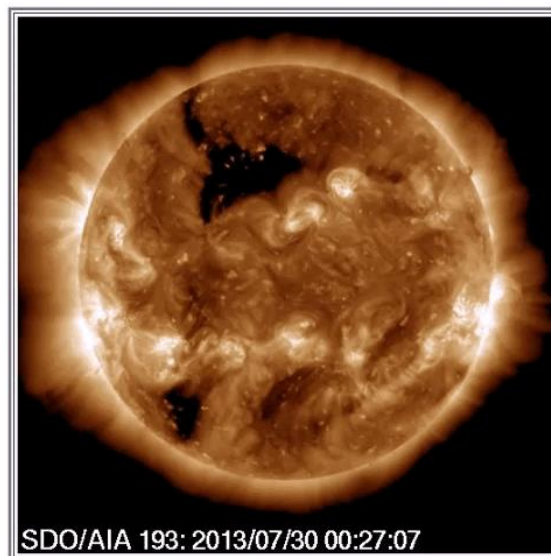
- Возможный источник:
эрупция волокна (DSF)
CME 2010.06.16 20:56 UT



Пример из группы MIX (443 события)



- Возможные источники:
эрупция волокна +
корональная дыра
2013.07.30-31



Средние значения

	Tmin	TDmin	TAxymax	TVmax	TBmax	TKTmin	TDstmin	AF, %
FULL	22.7 ± 0.5	14.0 ± 0.5	17.6 ± 0.4	21.3 ± 0.5	11.1 ± 0.3	20.6 ± 0.5	19.4 ± 0.5	1.7 ± 0.1
CME1	16.3 ± 0.7	6.9 ± 0.5	13.4 ± 0.8	9.3 ± 0.6	8.6 ± 0.6	19.5 ± 0.9	14.9 ± 0.8	3.2 ± 0.2
CME2	17.7 ± 1.0	10.6 ± 0.9	15.2 ± 1.0	11.1 ± 0.9	13.9 ± 0.9	18.9 ± 1.0	20.3 ± 1.2	1.8 ± 0.1
CH	30.9 ± 1.3	19.7 ± 1.3	21.2 ± 1.0	31.3 ± 1.2	11.6 ± 0.7	19.9 ± 1.2	23.4 ± 1.1	0.9 ± 0.03
MIX	24.1 ± 0.8	16.4 ± 0.8	19.1 ± 0.7	26.6 ± 0.8	11.3 ± 0.5	22.2 ± 0.8	19.7 ± 0.7	1.1 ± 0.03

Диаграмма размаха (1055 событий)

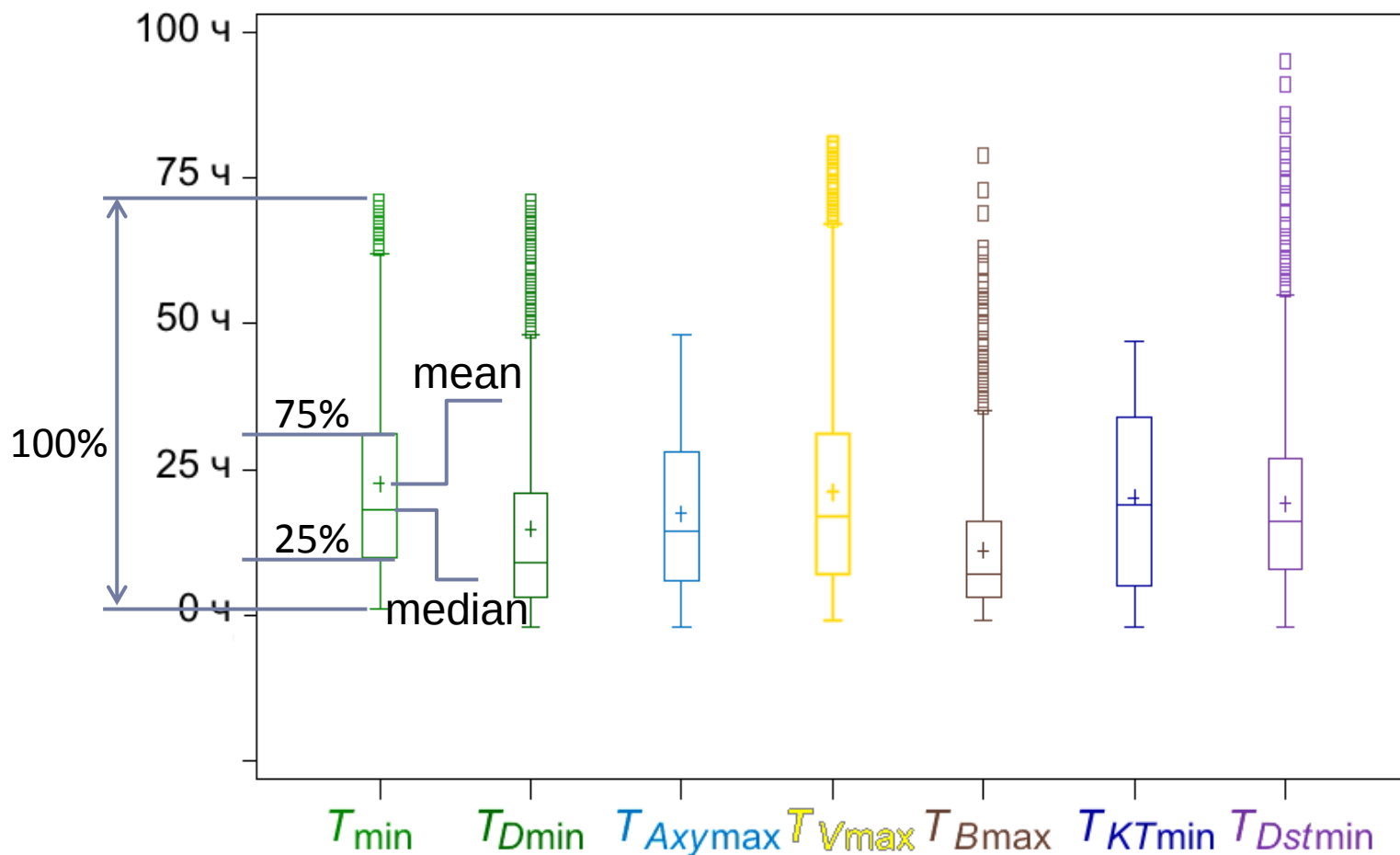
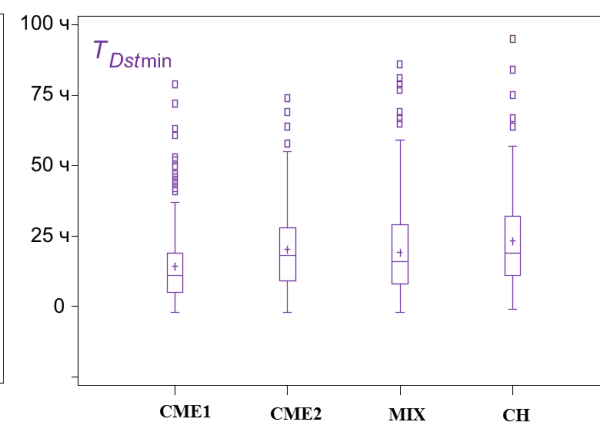
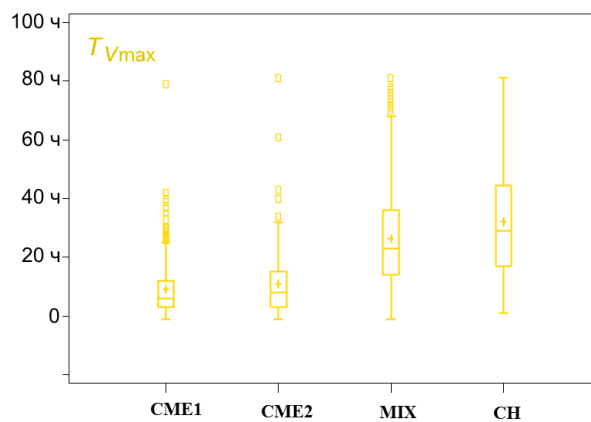
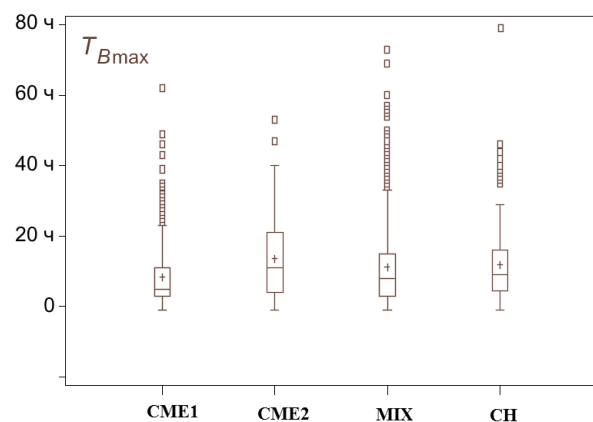
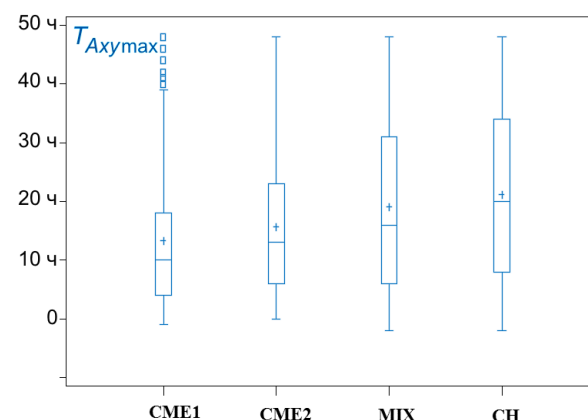
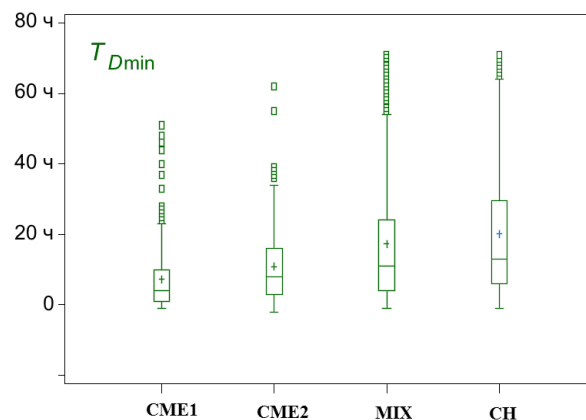
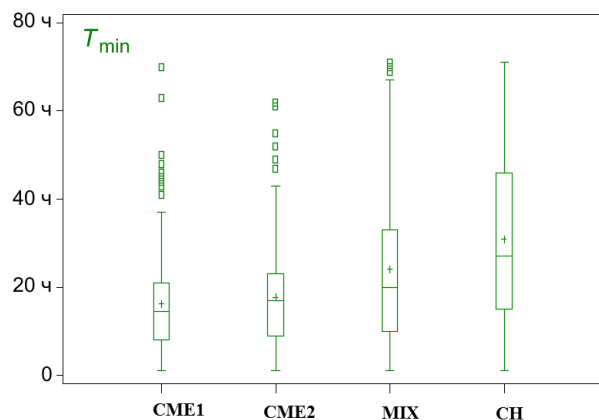
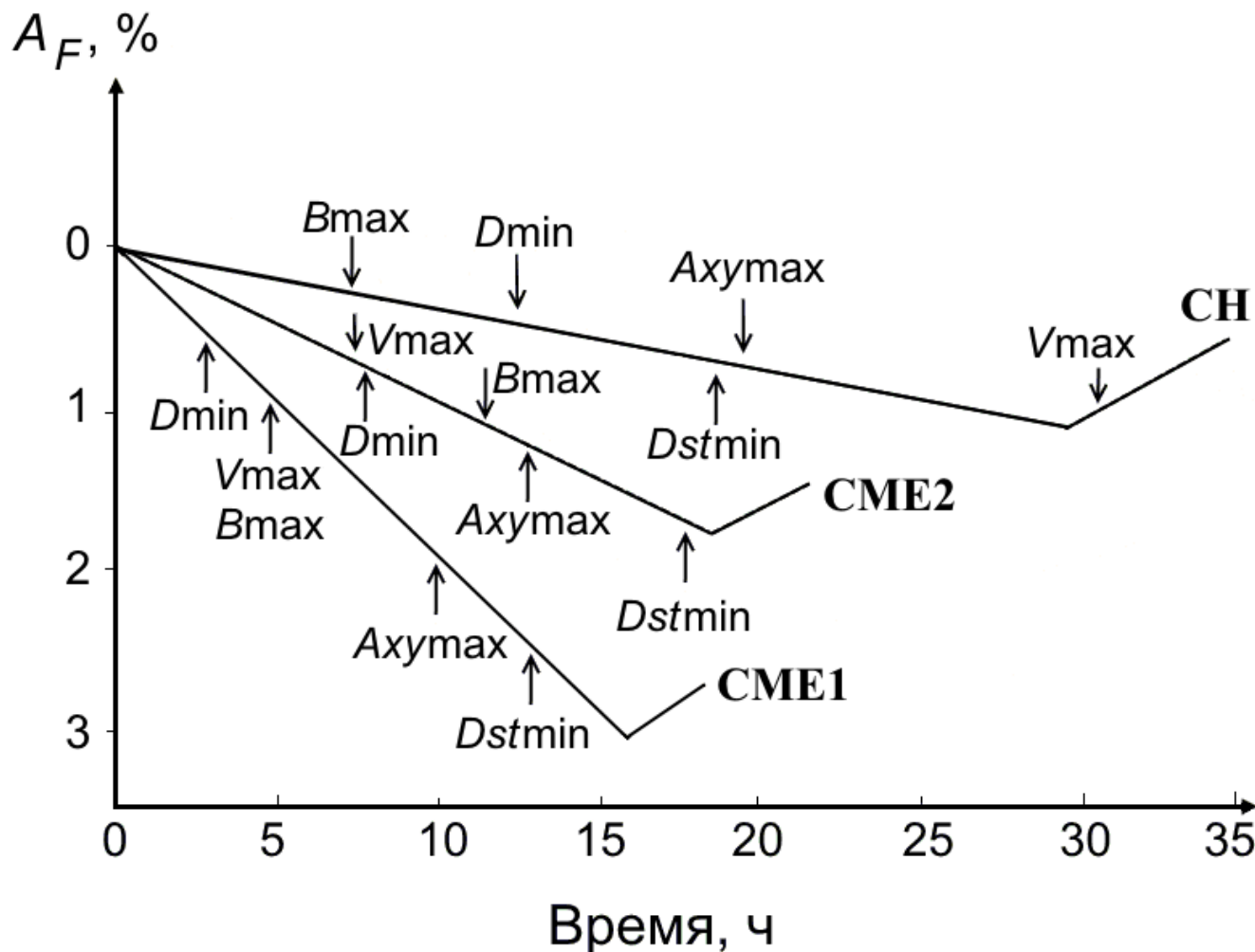


Диаграмма размаха (по группам)



Схематическое изображение средних ФП



Выводы

- ▶ Понижение интенсивности КЛ в группе СМЕ1 происходит быстрее, и минимум (более глубокий) достигается немного раньше, чем в группе СМЕ2, и значительно раньше, чем в группе СН
- ▶ Интервал времени от начала ФП до максимального почасового уменьшения плотности КЛ, в среднем, для группы СМЕ1 в два раза меньше, чем для группы СМЕ2, и в три раза меньше, чем для группы СН
- ▶ Максимальная скорость солнечного ветра наблюдается, чаще всего, в фазе спада для групп СМЕ1 и СМЕ2 и в фазе восстановления для группы СН
- ▶ Максимальное ММП и минимальный *Dst-индекс* для всех групп событий наблюдаются, в основном, в фазе спада КЛ
- ▶ Максимальные значения ММП и скорости солнечного ветра совпадают по времени в группе СМЕ1, а в группе СМЕ2 максимум скорости опережает максимум поля
- ▶ В группе СН среднее время достижения максимального значения ММП почти в четыре раза меньше, чем для скорости солнечного ветра

Статья опубликована Мелкумян и др. ГиА. 2022. DOI: [10.31857/S0016794022010138](https://doi.org/10.31857/S0016794022010138)