

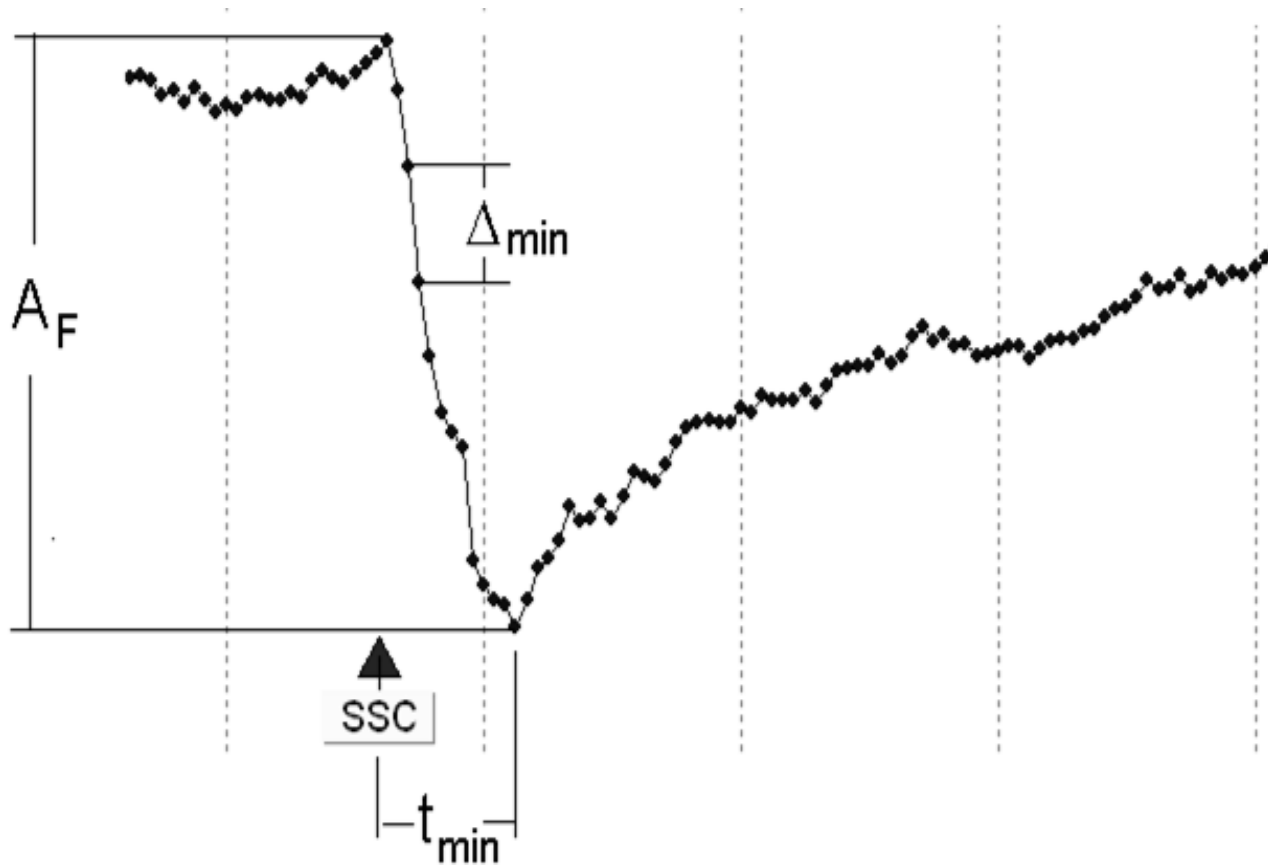
ФОРБУШ-ЭФФЕКТЫ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫЕ ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ *HELIOS*



Белов А.В, Шлык Н.С.,
Абунина М.А., Абунин А.А.

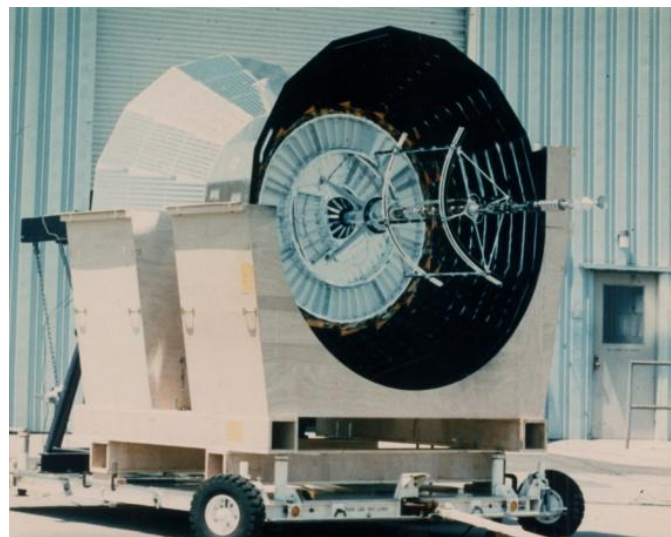
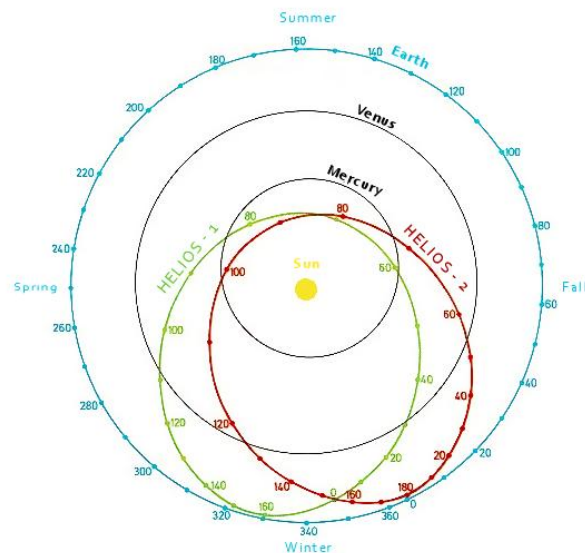
ИЗМИРАН, Москва

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



КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ МИССИИ HELIOS

- ⦿ Два аналогичных зонда на гелиоцентрической орбите для изучения солнечных процессов
- ⦿ Запущены 10 декабря 1974 г. и 15 января 1976 г. соответственно
- ⦿ 10 научных инструментов на борту каждого



Цель

- обобщение и сведение данных КЛ(канал >50 МэВ) аппаратов миссии Helios в единую базу данных и создание каталога Форбуш-эффектов, зарегистрированных на расстояниях от 0.28 до 1 а.е.

Данные

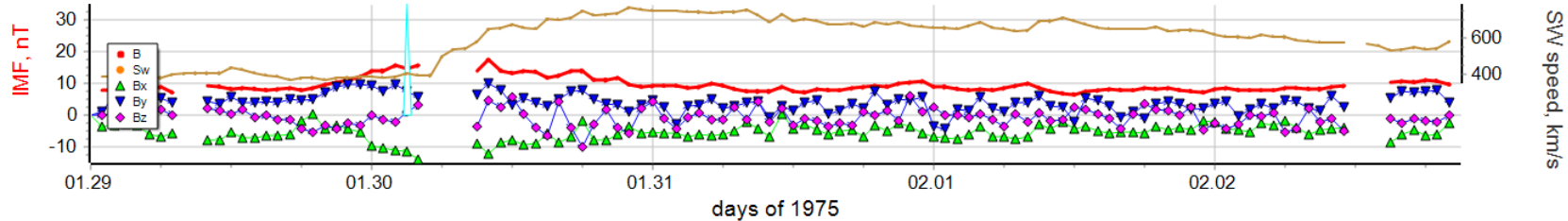
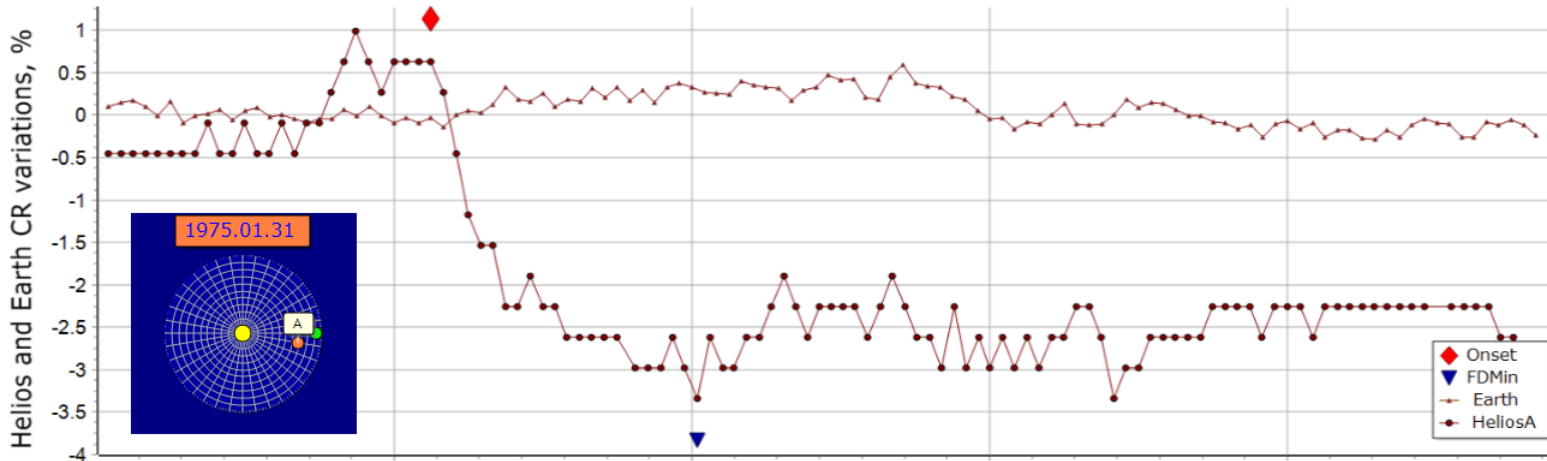
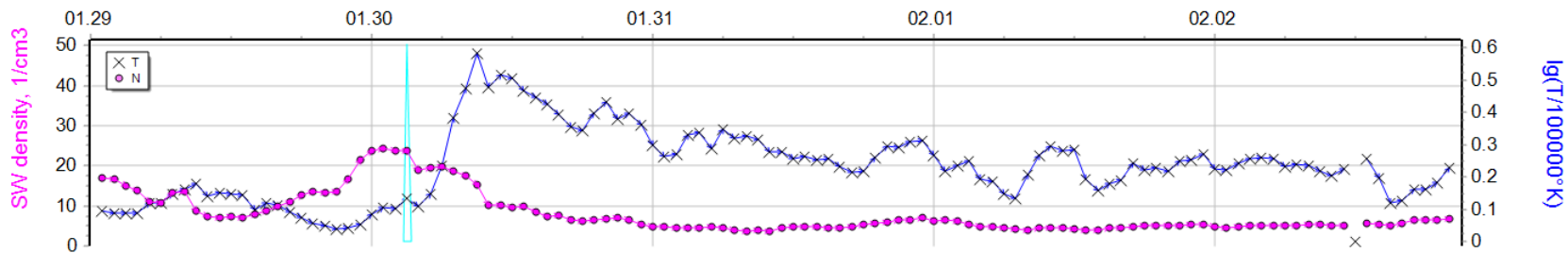
- <https://spdf.gsfc.nasa.gov/pub/data/helios/helios1/>
- <https://spdf.gsfc.nasa.gov/pub/data/helios/helios2/>

Создание каталога

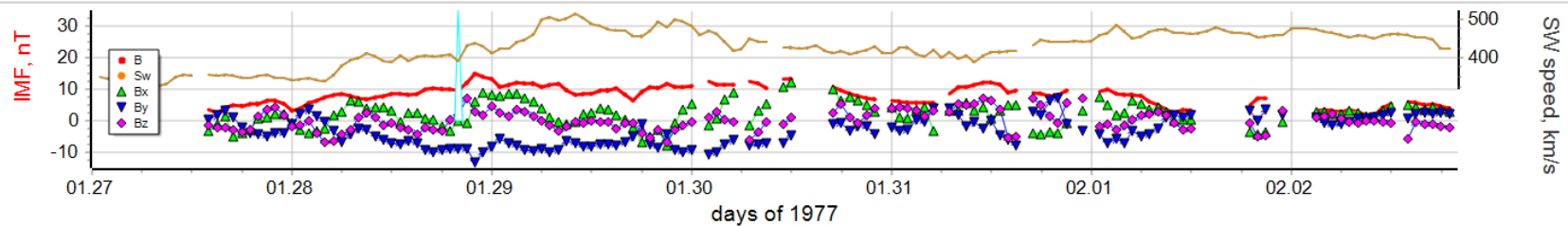
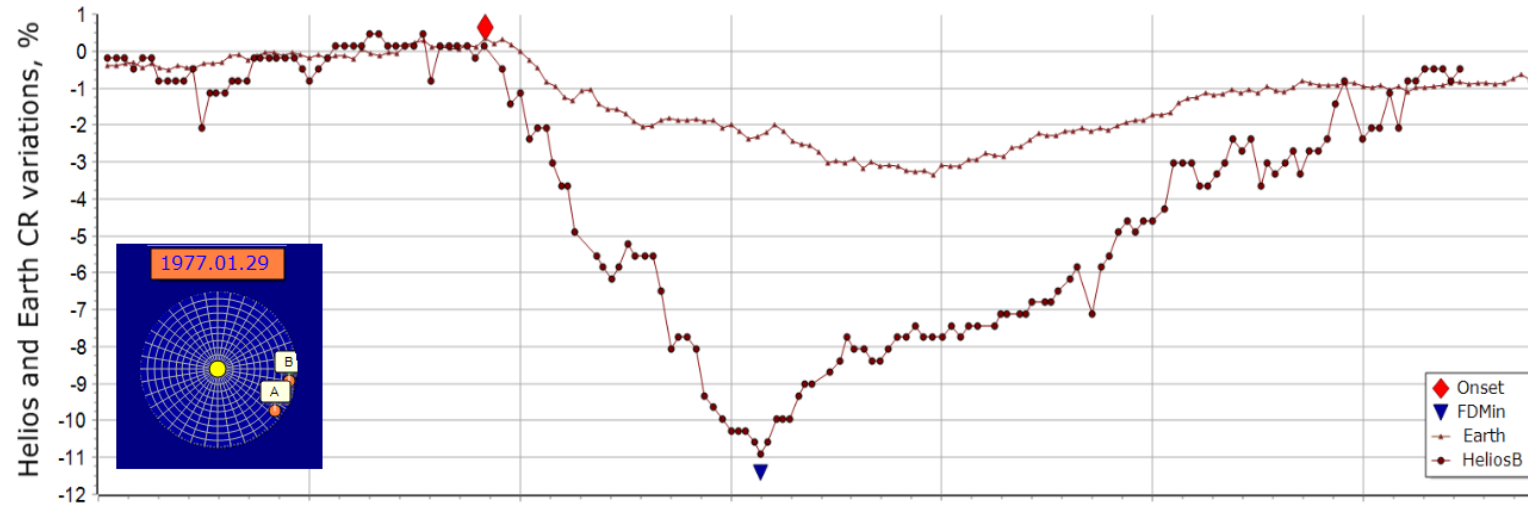
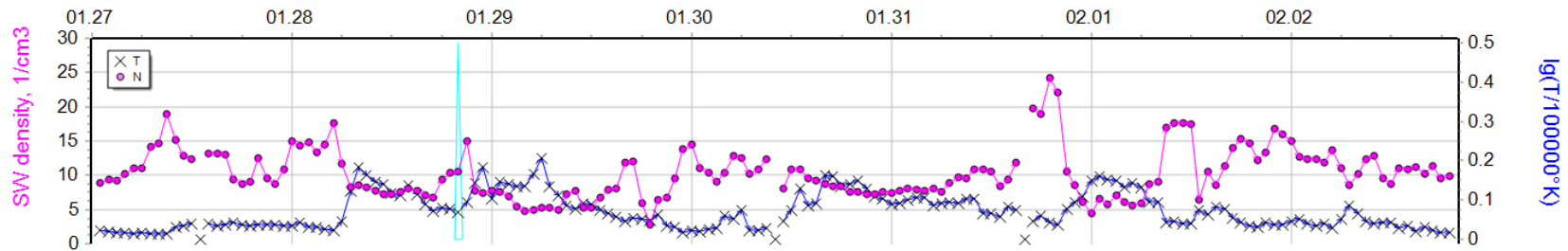
- ⦿ списки ударных волн, зарегистрированных на Helios
- ⦿ резкое изменение характеристик солнечного ветра (СВ) и/или межпланетного магнитного поля (ММП), потока космических лучей (КЛ)
- ⦿ исключение событий с солнечными КЛ или большими пробелами в данных - $Q \geq 4$



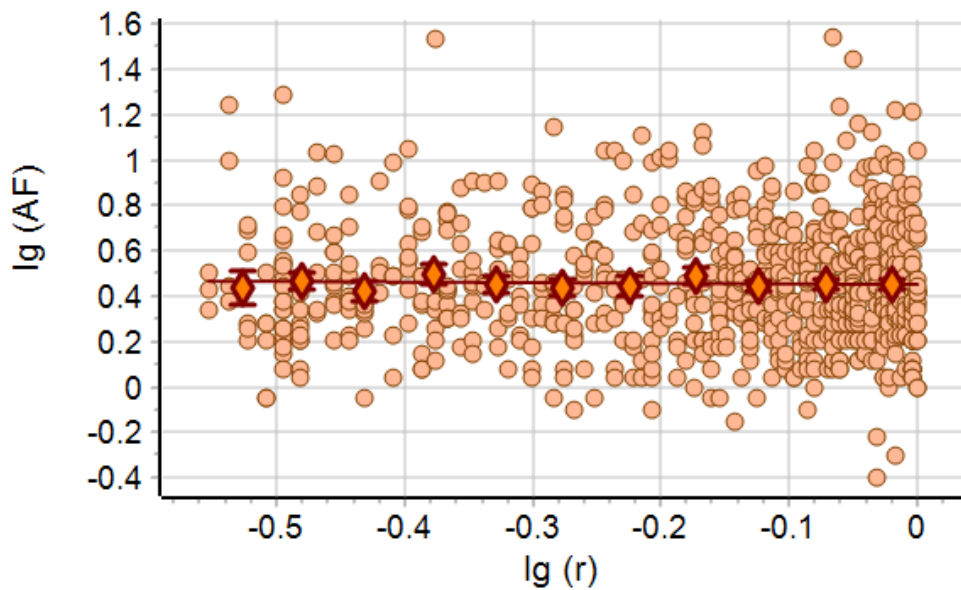
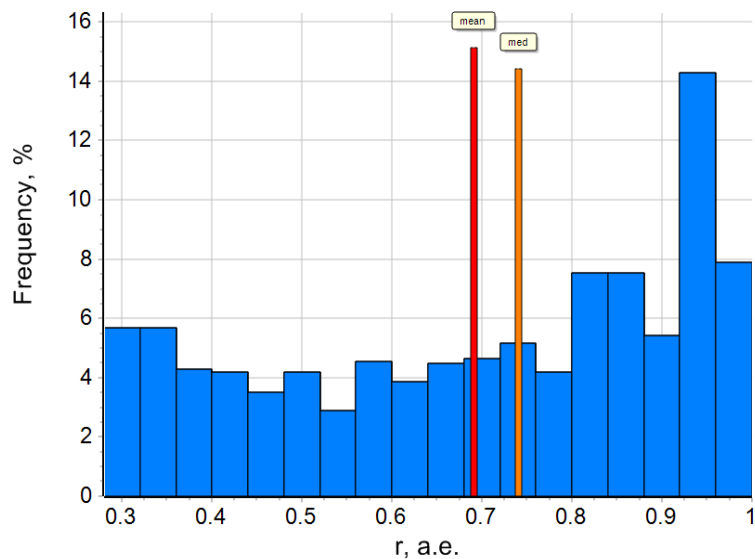
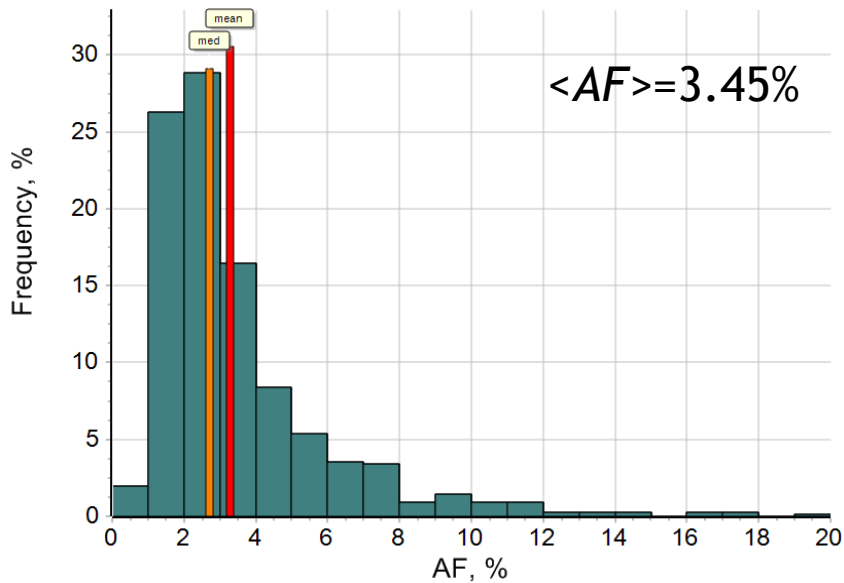
Пример события 1975.01.30



Пример события 1977.01.28



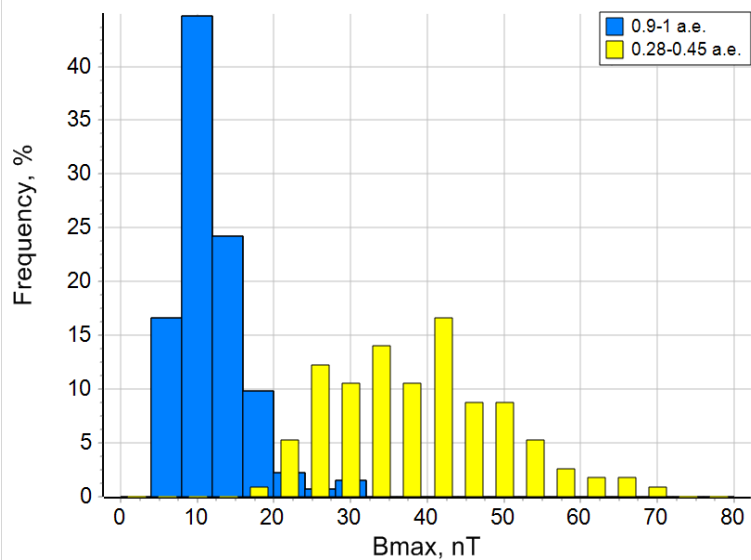
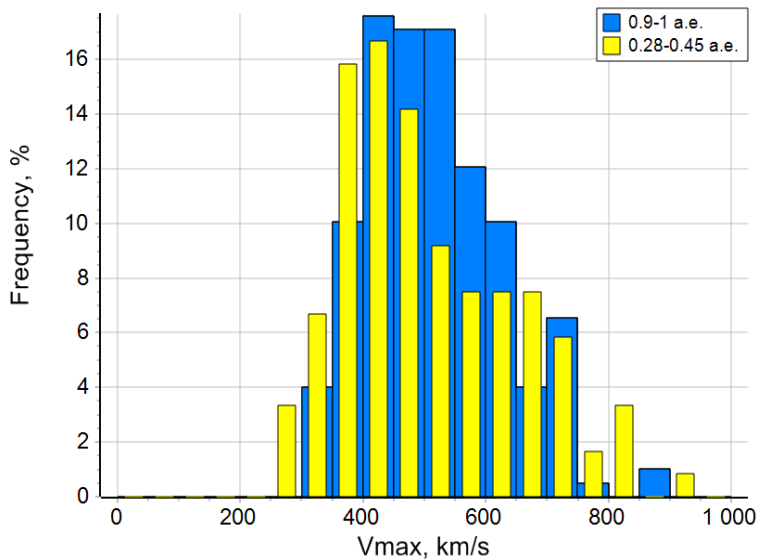
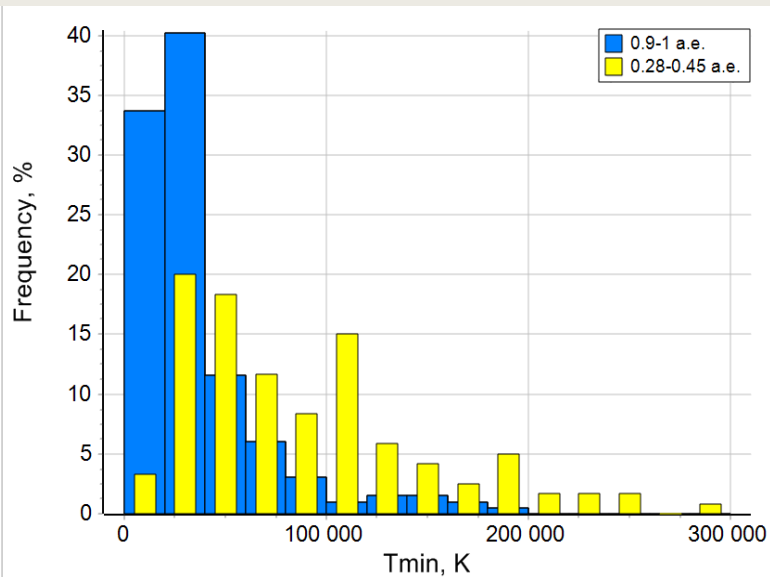
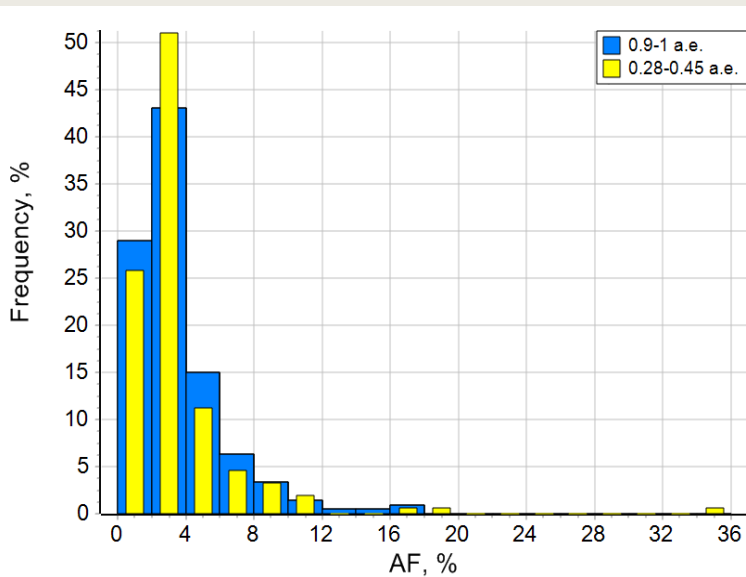
Величины ФЭ и радиальная зависимость



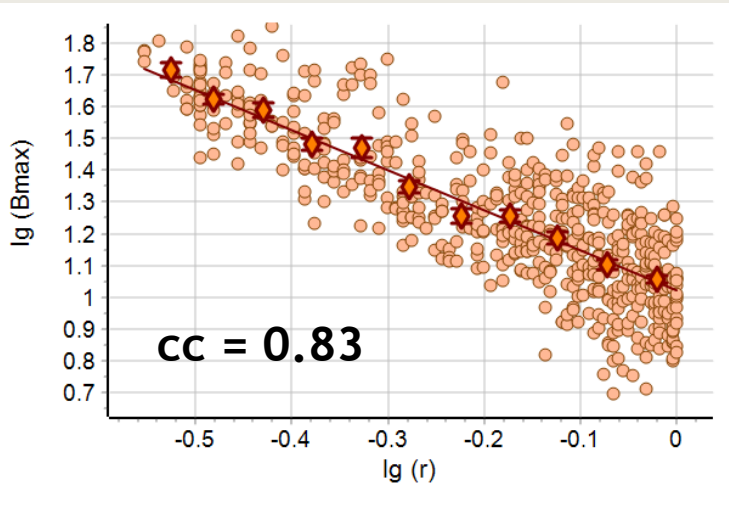
$$cc = -0.02 \pm 0.04$$

Зависимость
отсутствует?

Сравнение характеристик межпланетных возмущений у Солнца и у Земли

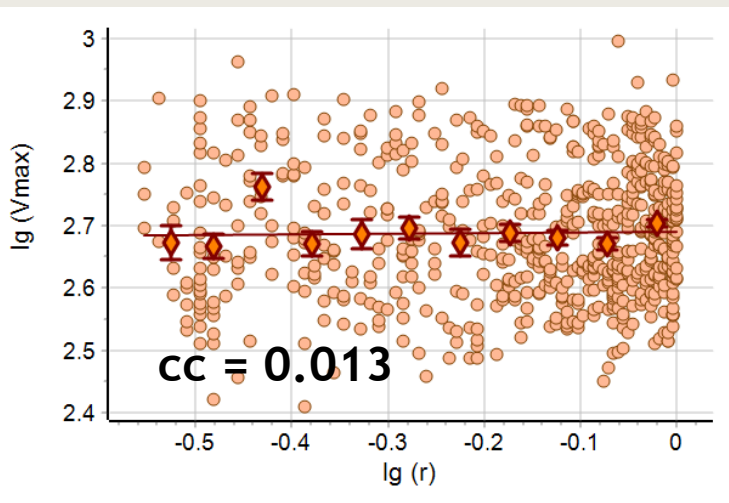


Радиальная зависимость величины ММП и скорости СВ



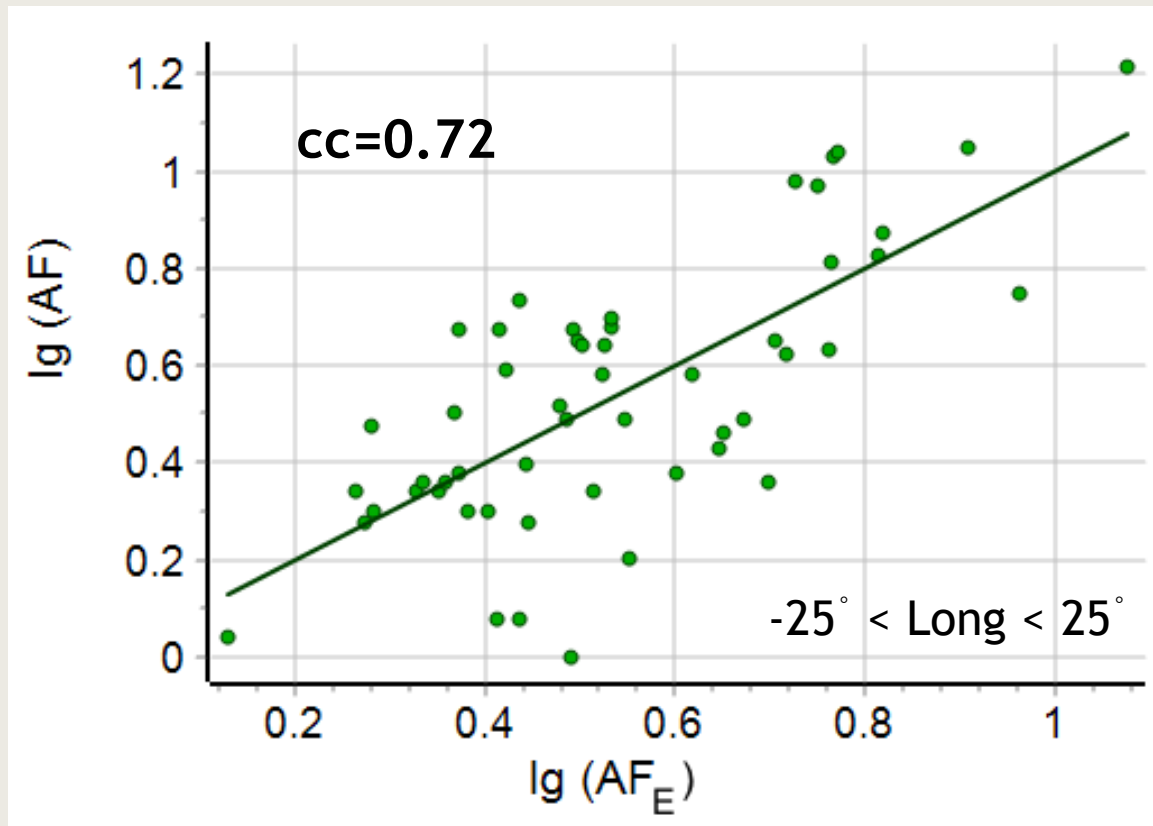
$$V_{\max} = ar^{-\beta}$$

где $a = 1.034 \pm 0.006$,
 $\beta = 1.32 \pm 0.04$



Для V_{\max}
зависимость не
обнаружена

Сравнение ФЭ, зарегистрированных и на Helios, и на Земле



$$AF = c(AF_E)^\gamma r^\beta$$

$$c = 0.45 \pm 0.036; \gamma = 0.75 \pm 0.1; \beta = 0.24 \pm 0.24$$

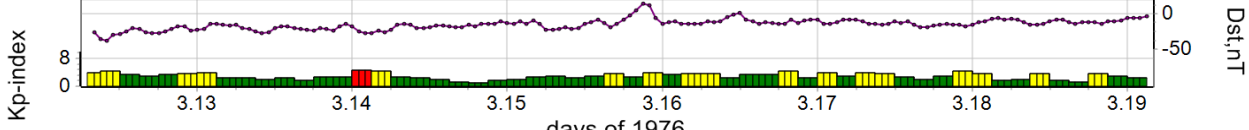
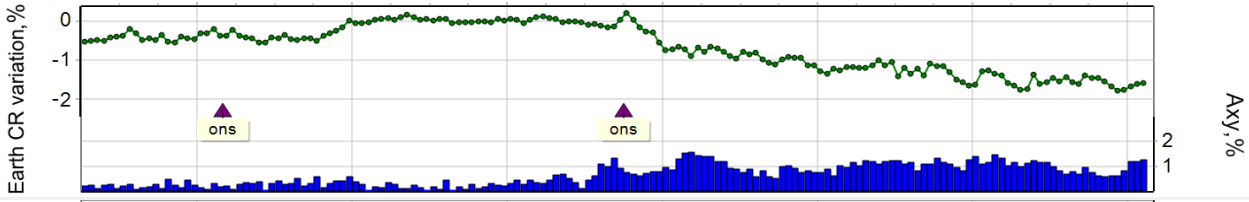
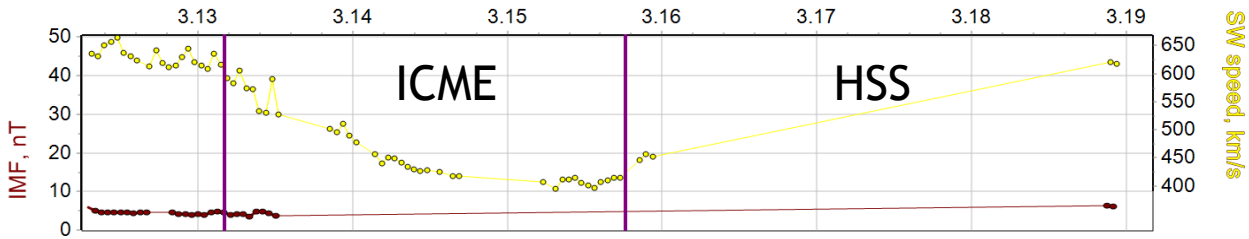
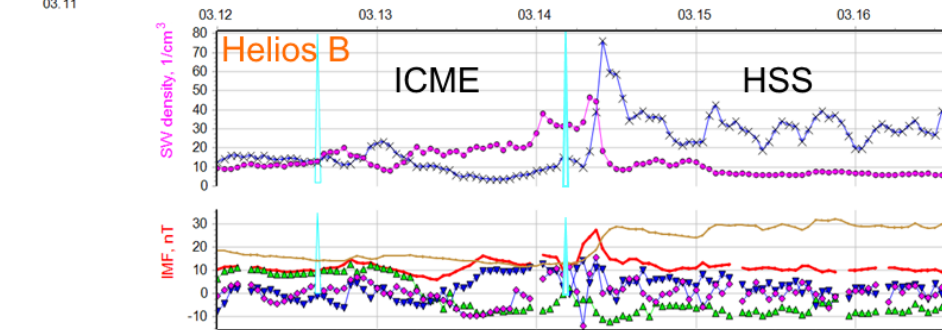
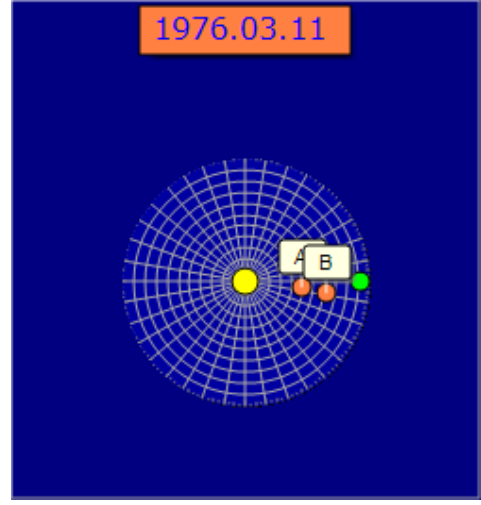
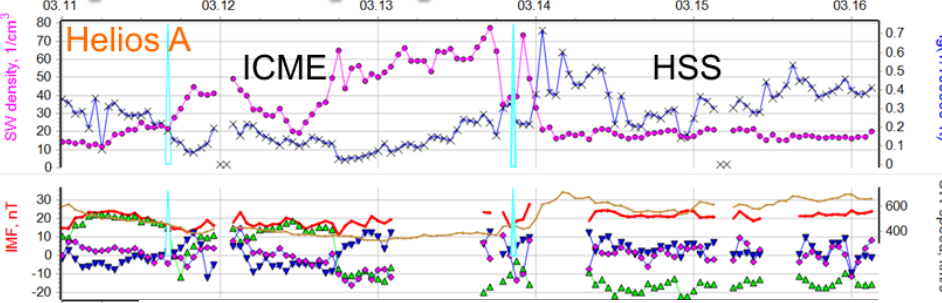
Основные выводы

Создана база данных и каталог HELIOS FD (канал >50 МэВ), включающий 1166 ФЭ, с высоким коэффициентом качества данных - 763 ФЭ

Показано, что зависимость величины ФЭ от расстояния очень слабая, определяется характеристиками самих межпланетных возмущений

Описано изменение характеристик СВ и ММП на разных расстояниях от Солнца

Межпланетные возмущения, зарегистрированные и на Helios, и на Земле



days of 1976

Каталог Helios FD

http://spaceweather.izmiran.ru/papers/2022/Helios_FD_catalogue.pdf

Date	Date and time of the beginning of the event
Time	
H	Data from Helios 1 or 2
R, AU	Radial distance from the Sun
L, deg	Longitude of the spacecraft in the ecliptic plane where Earth is 0°
AF, %	Magnitude of Forbush Decrease
Tmin, h	Time of registration of the FD minimum from the onset
Q	Data quality index (1-3 is poor; 4-5 is good)
Stype	Type of interplanetary disturbance: 1 – ICME related to solar flare 2 – ICME related to disappeared solar filament 3 – ICME with undefined solar source 4-7 for Mixed events 8 – HSS from CH 15 – HCS 18 – CIR
Vmax, km/s	Maximal solar wind (SW) velocity
Vpart, %	SW velocity data completeness
Bmax, nT	Maximal interplanetary magnetic field (IMF) value
Bpart, %	IMF data completeness
VB	Normalized product of maximal SW velocity and maximal IMF value (calculated for events with Vpart and Bpart >69%)
KTmin	Temperature index (Melkumyan et al., 2021)

Note: -99 – no data

Date	Time	H	R, AU	L, deg	AF, %	Tmin, h	Q	Stype	Vmax, km/s	Vpart, %	Bmax, nT	Bpart, %	VB	KTmin
1974.12.25	9:00:00	1	0.98	-4	3.1	25	4	-99	522	97	7.6	83	1.59	0.4
1974.12.26	21:00:00	1	0.98	-5	1.2	13	4	5	544	100	8.9	97	1.93	0.63
1974.12.29	10:00:00	1	0.97	-6	1.9	16	4	2	430	100	10.7	92	1.81	0.32
1974.12.30	13:00:00	1	0.97	-6	3	1	4	6	574	96	15.6	49	-99	0.4
1975.01.03	12:00:00	1	0.95	-7	3.8	31	4	6	748	100	16	97	4.57	0.68
1975.01.06	20:47:00	1	0.94	-8	10.7	8	5	1	736	100	17.7	97	4.89	0.36
1975.01.08	0:22:00	1	0.93	-8	2.3	7	4	1	671	100	12.8	95	3.18	0.26
1975.01.11	16:00:00	1	0.92	-9	6.5	10	4	7	694	90	14.7	88	3.7	0.68
1975.01.13	19:00:00	1	0.9	-9	1.9	9	4	5	748	100	8.8	96	2.31	0.74

Шлык и др. Форбуш-эффекты, наблюдавшиеся на космических аппаратах миссии HELIOS // ГиА, т. 62 № 4 с. 456-463, 2022
DOI: 10.31857/S0016794022040149

Спасибо за внимание!

nshlyk@izmiran.ru