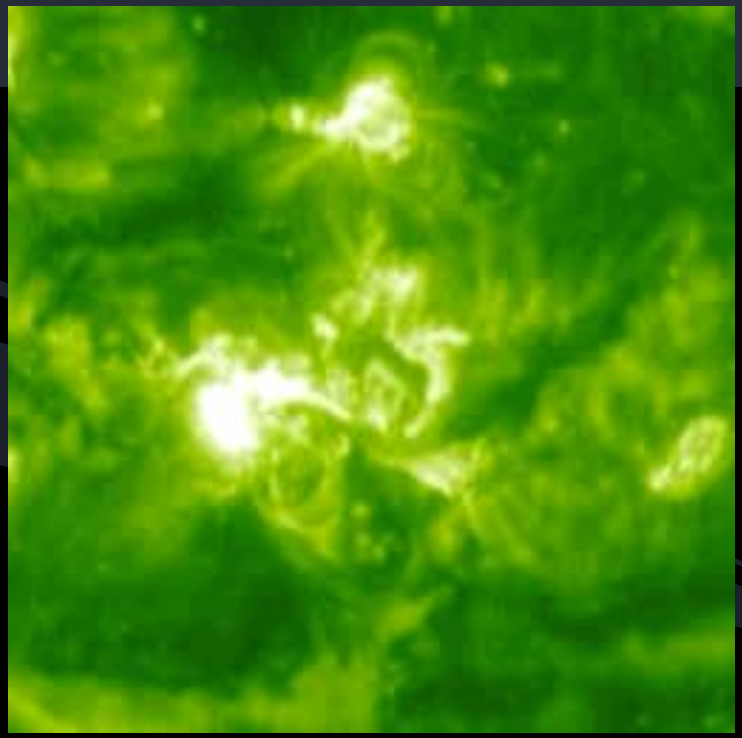
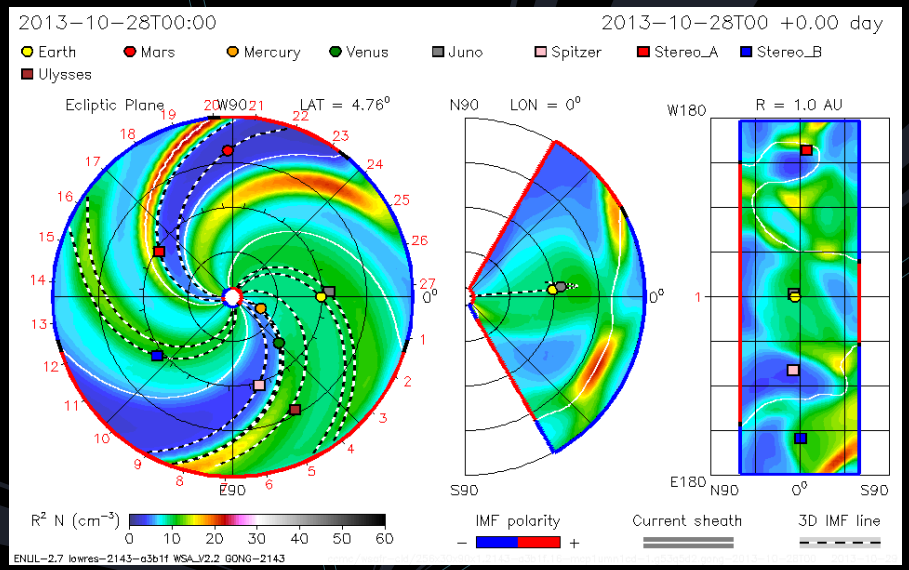
ИЗМИРАН
ПРОГНОЗ 2023

Модель оценки скорости и времени распространения КВМ и ожидаемого уровня геомагнитной активности

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

ИЗМИРАН
Москва, Троицк





https://soho.nascom.nasa.gov/gallery/Movies/flares.html

https://iswa.gsfc.nasa.gov/IswaSystemWebApp/

Корональные выбросы массы (КВМ)

- кратковременные энергичные выбросы массы и магнитного потока больших масштабов из нижней короны Солнца в межпланетное пространство

Цель исследования – разработка усовершенствованной* прецендентной модели оценки скоростей и времен распространения межпланетных возмущений, вызванных КВМ, а также ожидаемого уровня геомагнитной активности

база данных *Форбуш-эффектов и межпланетных возмущений* (FEID) – http://spaceweather.izmiran.ru/eng/dbs.html

база данных OMNI – https://omniweb.gsfc.nasa.gov/

ударные волны – http://isgi.unistra.fr/data_download.php

КВМ на SOHO – https://cdaw.gsfc.nasa.gov/CME_list

364 КВМ 1995-2021 г.

http://spaceweather.izmiran.ru/papers/2023/ICME_Catalogue.pdf

рентгеновские вспышки – https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/solar-data/solar-features/solar-flares/x-rays/goes/xrs/

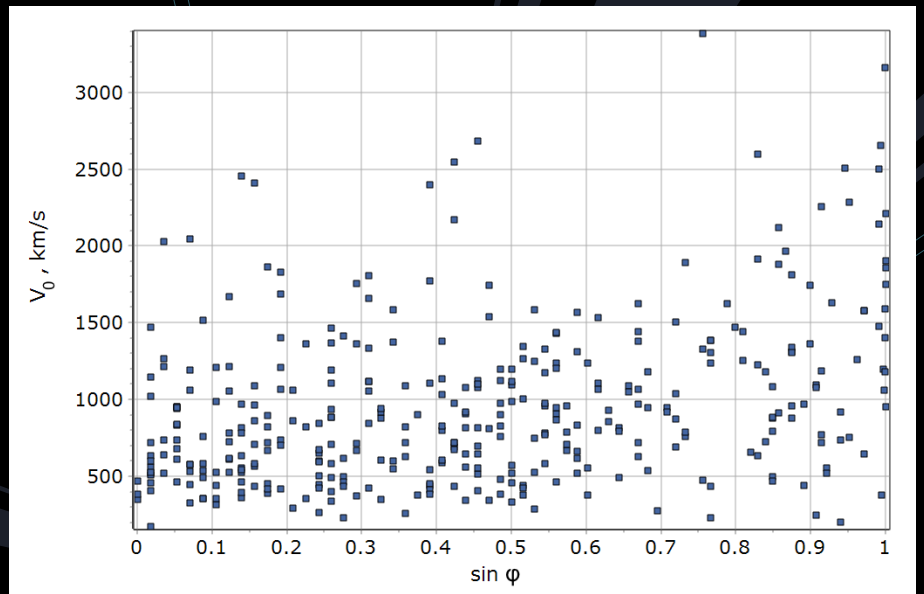
*1-я версия : *Belov et al., Universe, 8 (6), 327. 2022.*

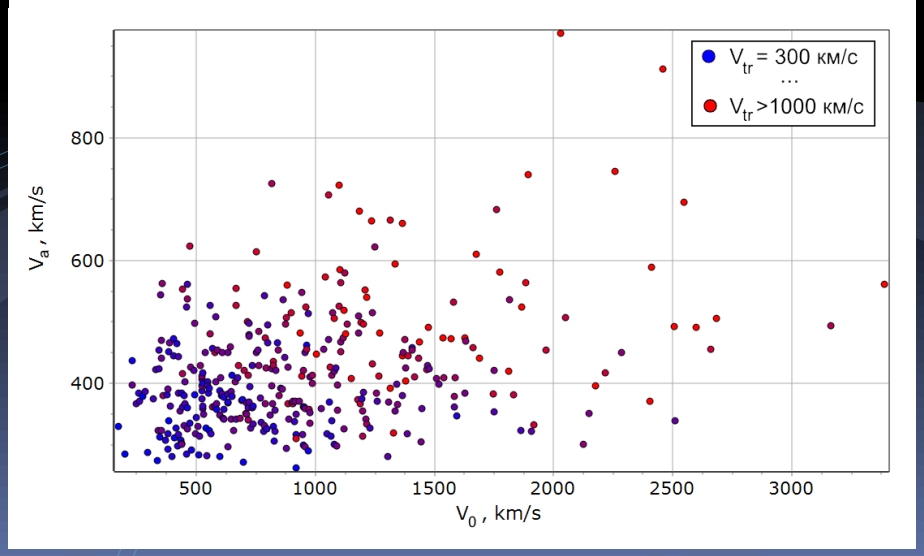
Входные параметры модели

V_o - начальная линейная скорость КВМ по SOHO/LASCO

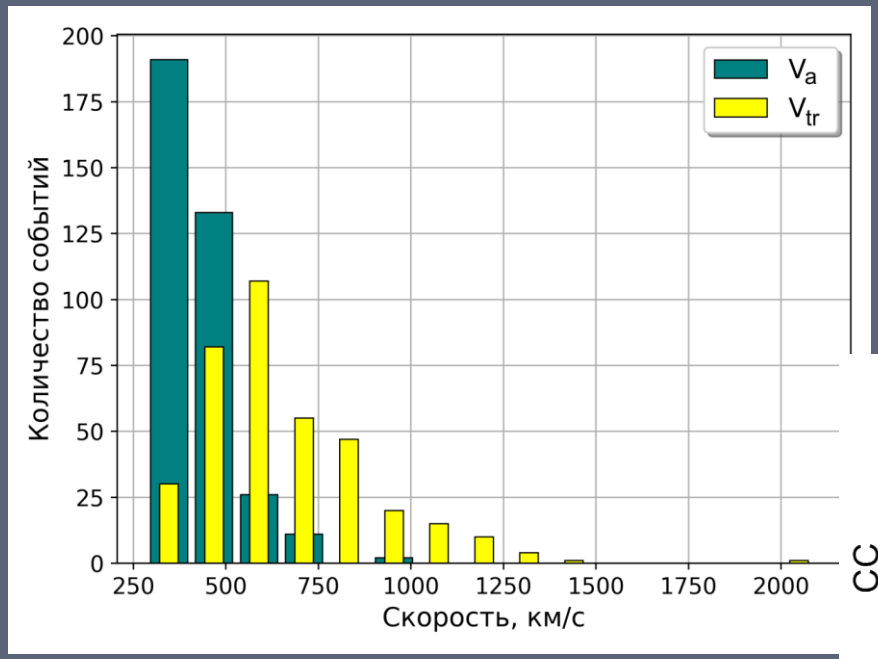
sin φ - синус абсолютной гелиодолготы ассоциированной солнечной вспышки

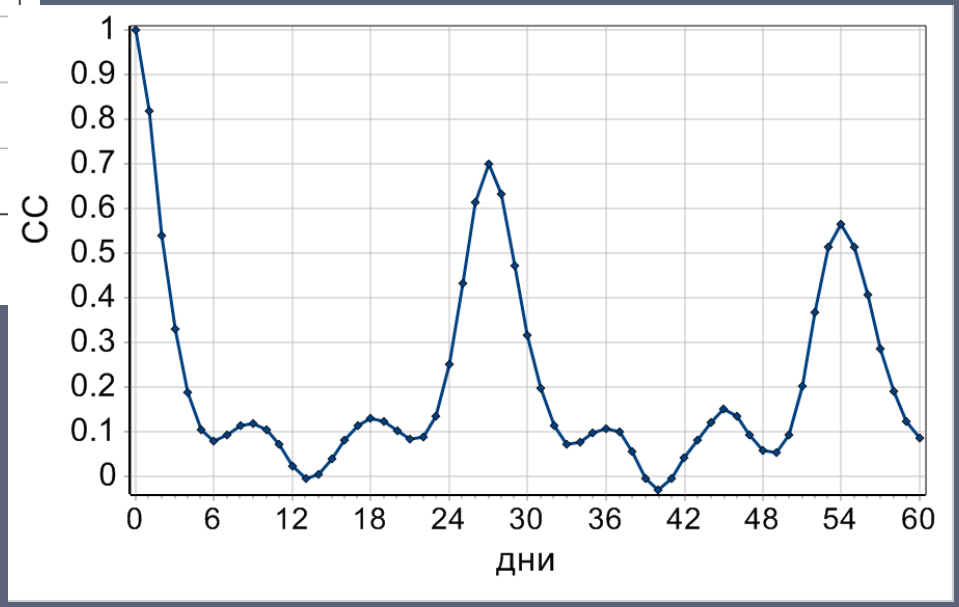
V_a - скорость фонового СВ за час до регистрации МКВМ у Земли





Скорость фонового СВ





Медленные события (V_0<330 км/с)

https://cdaw.gsfc.nasa.gov/CME_list

First C2 Appearance Date Time [UT]		Central PA [deg]	Angular Width [deg]	Linear Speed [km/s]	2nd-order Speed at final height [km/s]	2nd-order Speed at 20 Rs [km/s]
2015/09/28	10:12:04	52	33	436	290	0
2015/09/28	14:24:04	251	6	391	184	0
2015/09/28	14:48:04	258	76	237	548	1080
2015/09/28	20:57:24	129	95	206	319	267
2015/09/29	05:48:04	261	31	503	483	411

Расчёт транзитных величин

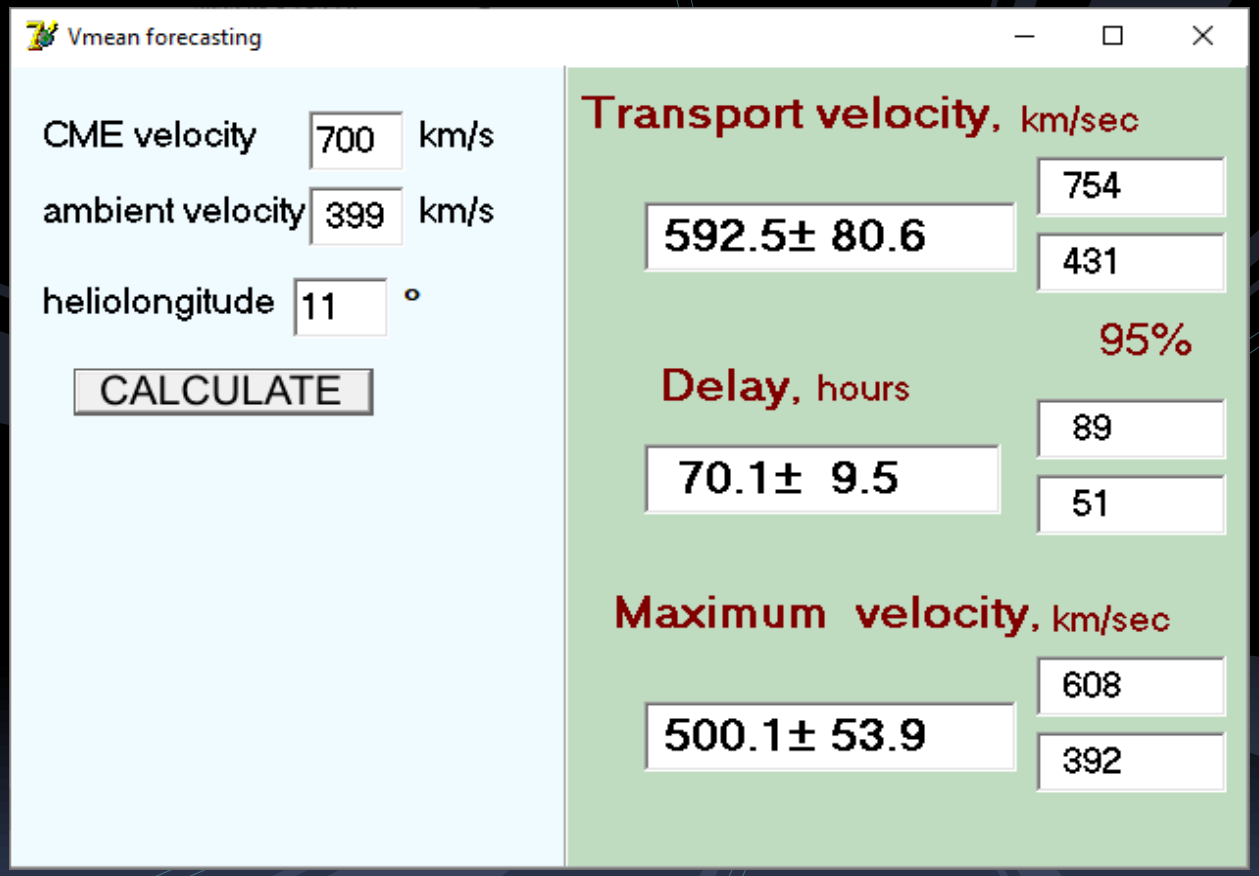
$$V_{tr} = \frac{\sum_{i=1}^{N} V_i w_i}{\sum_{i=1}^{N} w_i}$$

$$T_{tr} = \frac{1AU}{V_{tr}}$$

$$\begin{cases} w_i = \dfrac{s_0^2}{s_v^2 + s_p^2 + s_a^2 + s_0^2}, s_v \le 0.4; |s_p| \le 0.4; s_a \le 0.2; s_0 = 0.06 \\ w_i = \left(\dfrac{s_0^2}{s_v^2 + s_p^2 + s_a^2 + s_0^2} \right)^2, \text{ для других } s_v, s_p, s_a \end{cases}$$

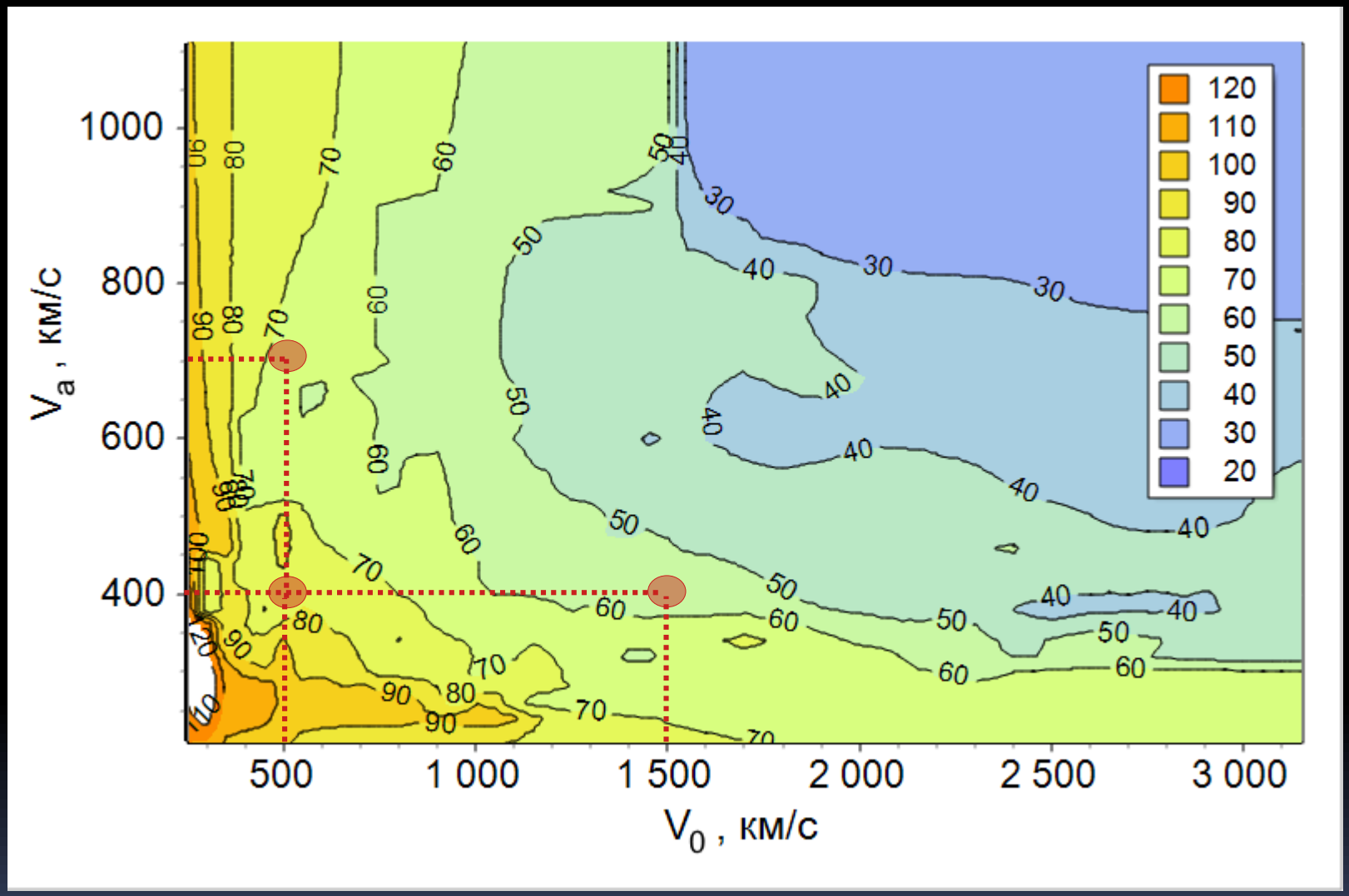
- V_0
  - < 450 км/с
  - 450…800 км/с
  - >800 км/с
- φ
  - <21°
  - ≥21°

Использование модели

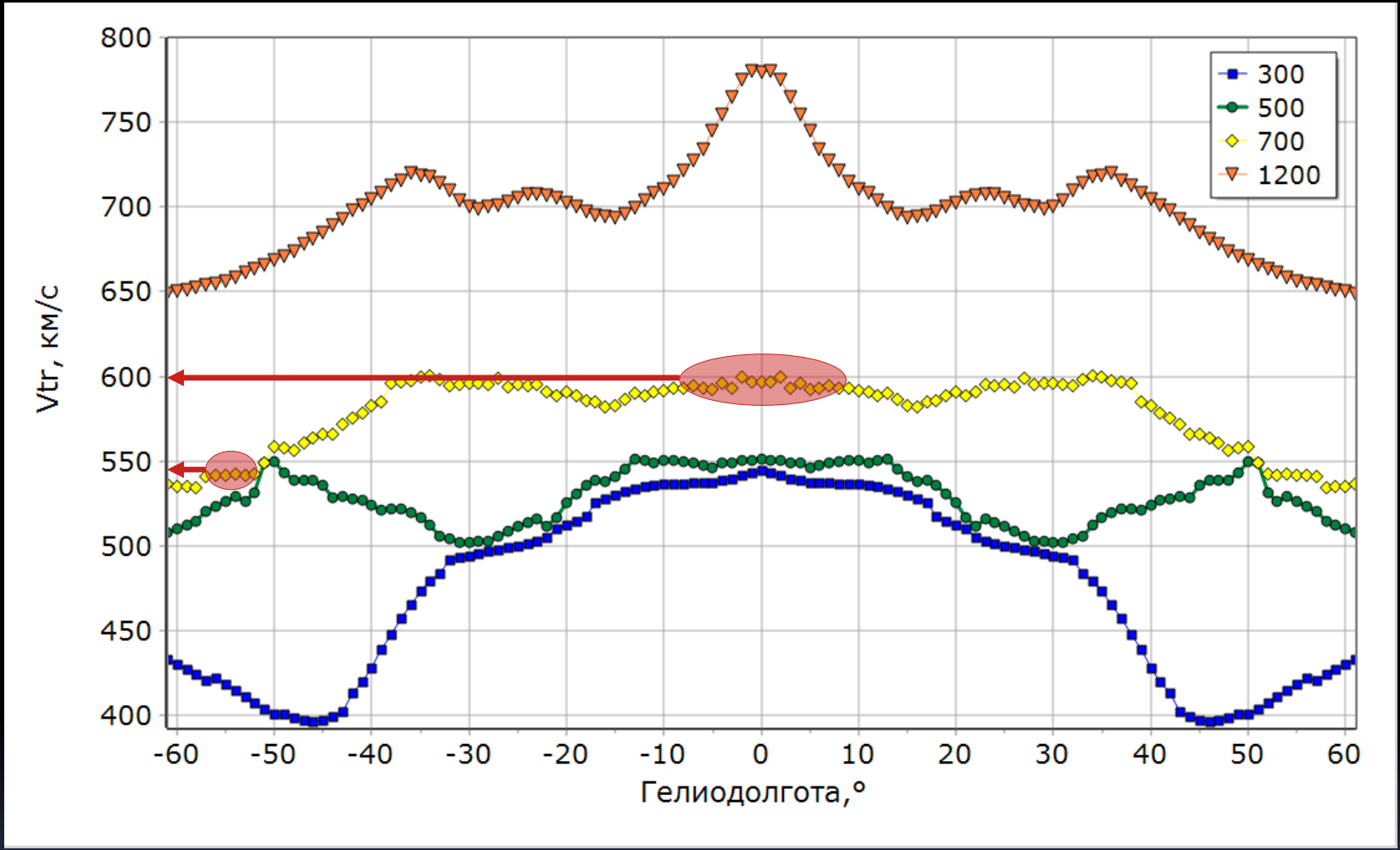


ЦЕНТР ПРОГНОЗОВ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ ИЗМИРАН

http://spaceweather.izmiran.ru



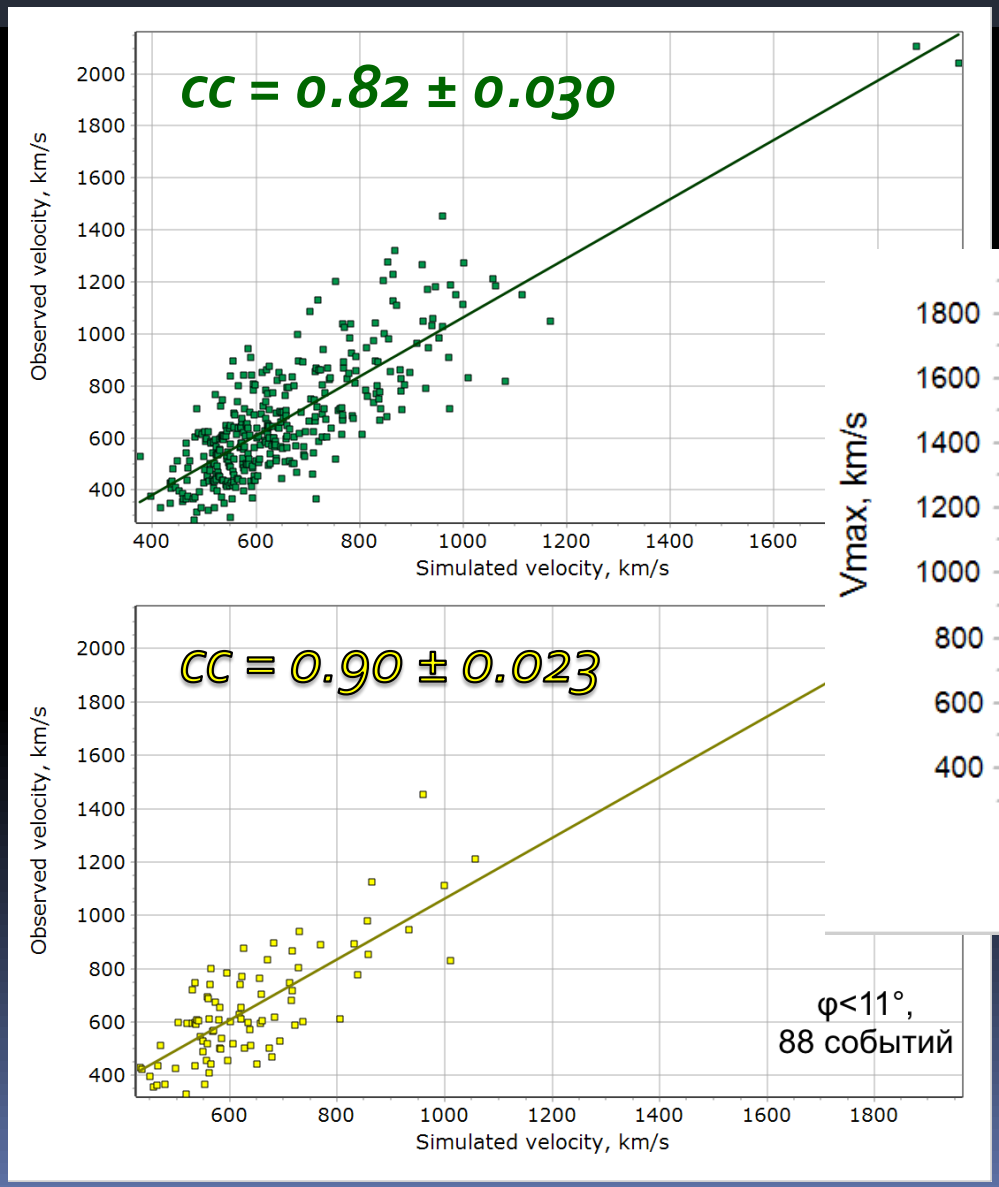
Зависимость величины запаздывания (в часах) от начальной скорости КВМ и скорости фонового СВ

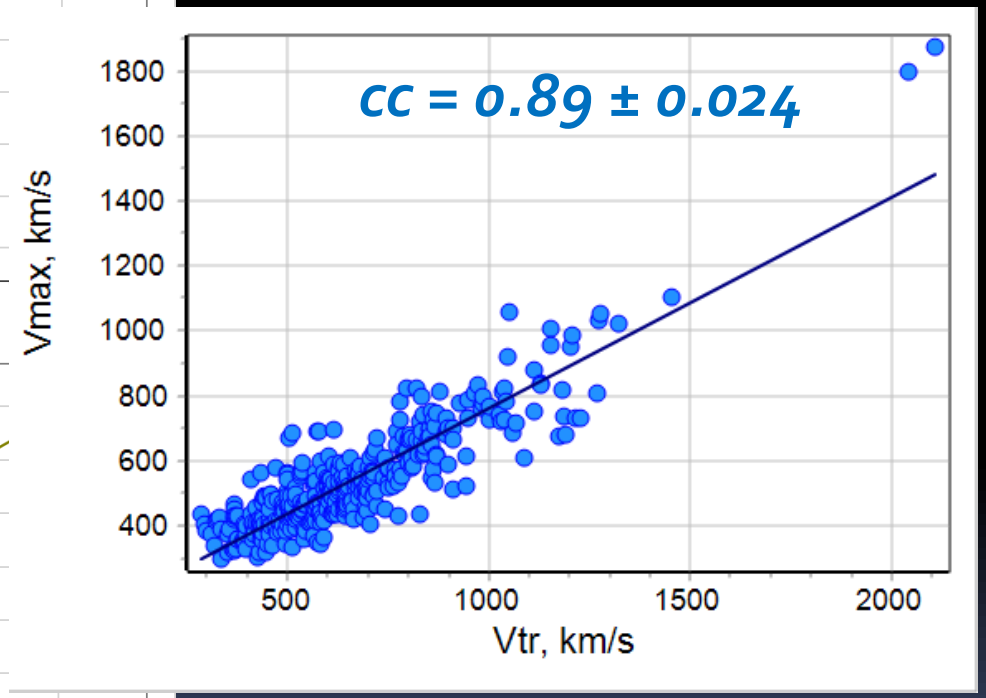


Зависимость транзитной скорости от гелиодолготы источника и начальной скорости КВМ (при скорости фонового СВ 400 км/с)

Связь модельной и реально наблюдаемой скоростей МКВМ

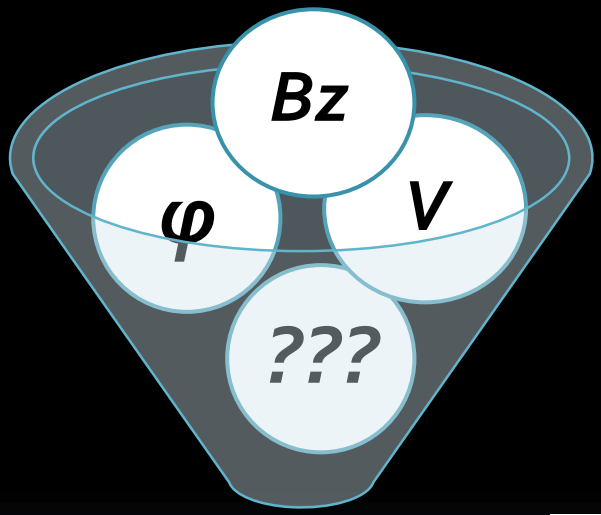
Связь транзитной и максимальной скоростей МКВМ



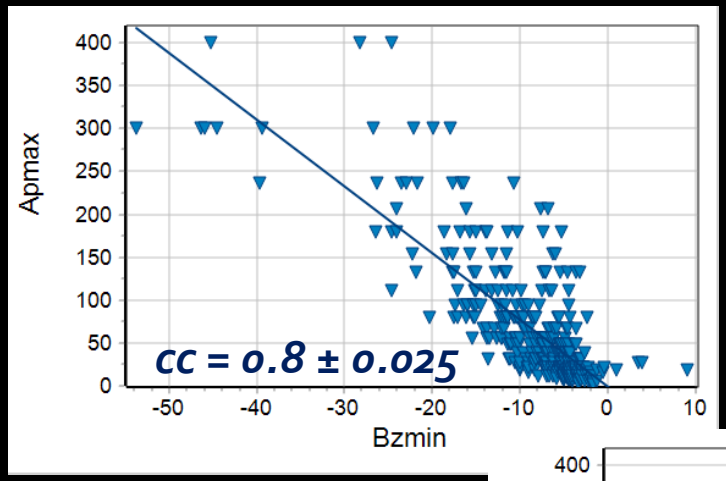


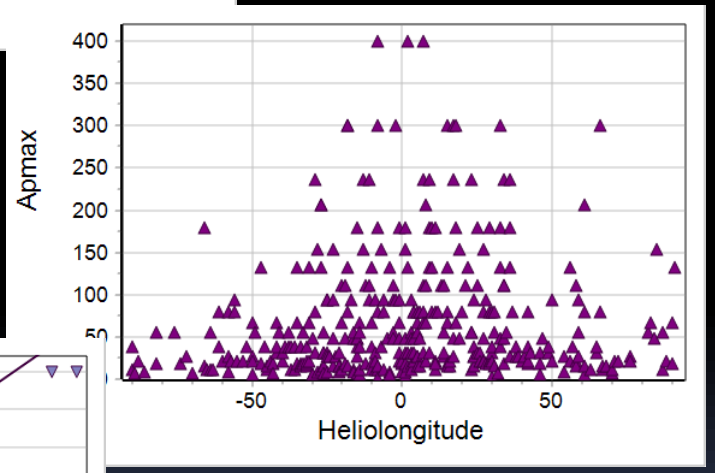
*2-я версия: Шлык и др., ГиА, Т. 63, №4. 2023 (в печати)

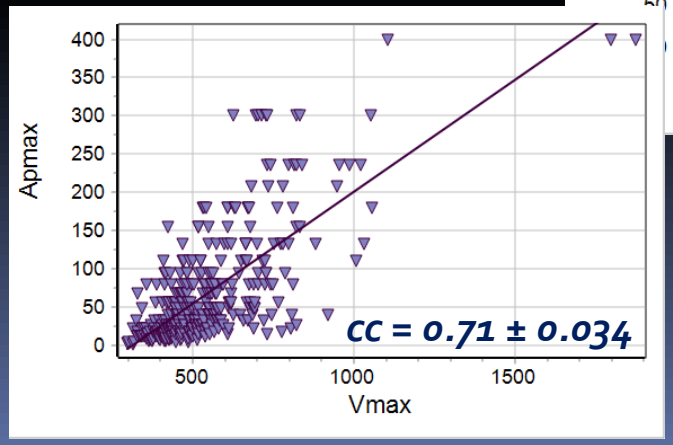
Ожидаемая геомагнитная активность



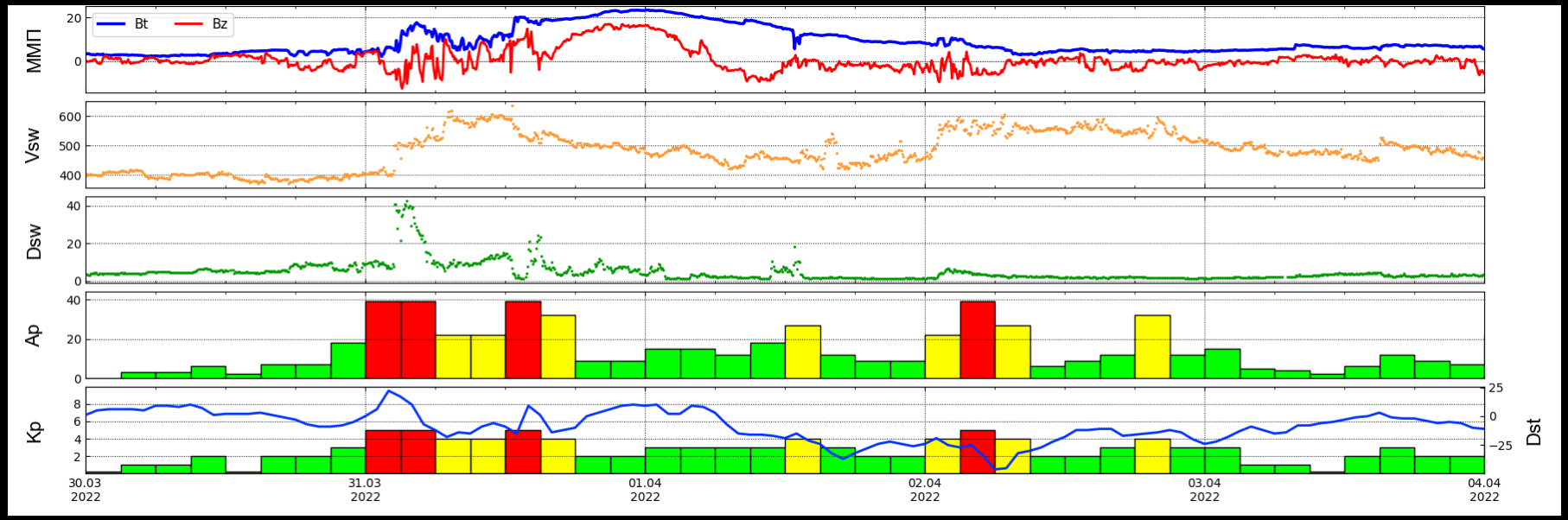
Ap (Kp), Dst

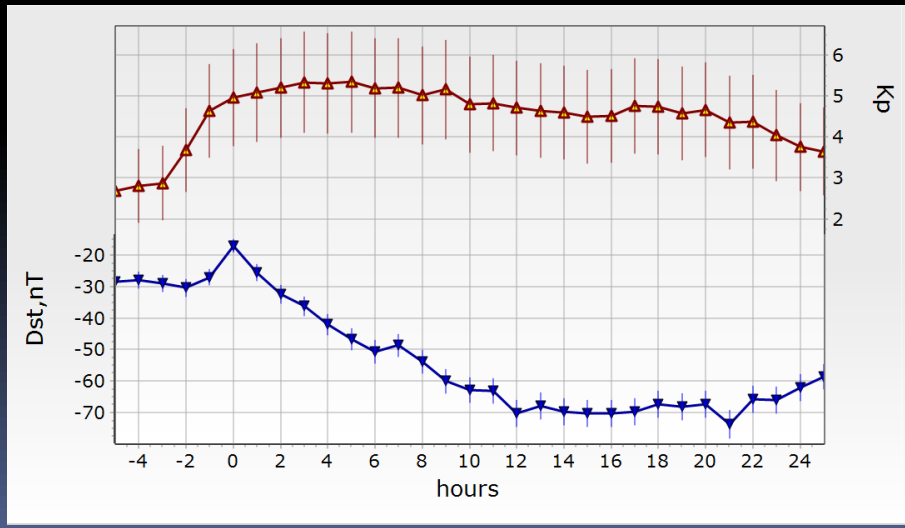


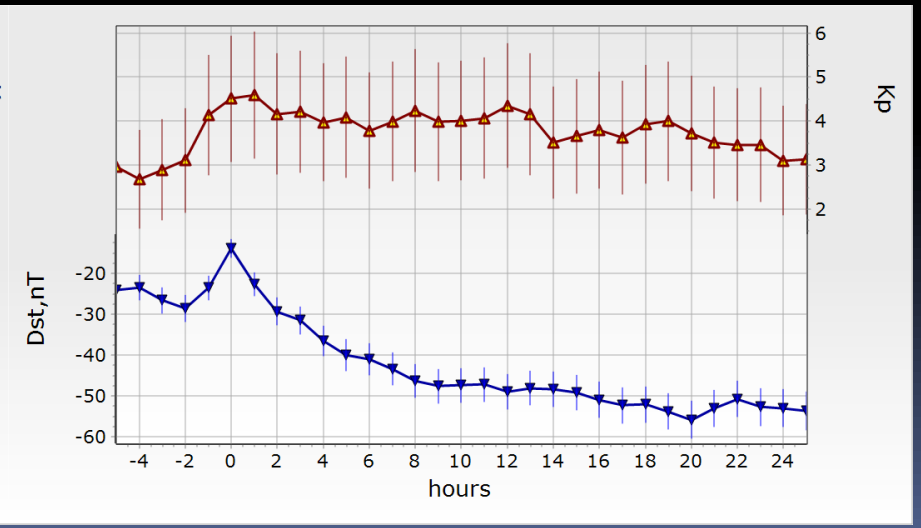




Примеры событий 2022 г.







Основные выводы

Проанализировано 364 КВМ за 1995-2021 гг

- ассоциированных с солнечными вспышками и зарегистрированных на коронографе SOHO/LASCO, которые вызвали МВ, наблюдавшиеся около Земли

Установлено, что транзитная скорость и время прибытия возмущения к Земле зависят от начальной скорости КВМ, гелиодолготы ассоциированной вспышки и скорости фонового СВ

- для центральных долгот начальные скорости КВМ часто занижены

Создана модель для оценки транзитных скорости/времени КВМ и максимальной скорости у Земли

- средняя ошибка оценки запаздывания межпланетных КВМ составляет 11,5 ч

Получены оценки ожидаемого уровня и продолжительности геомагнитных возмущений методом наложения эпох

- расчет почасовых значений Kp- и Dst-индексов

Спасибо за внимание!

nshlyk@izmiran.ru