

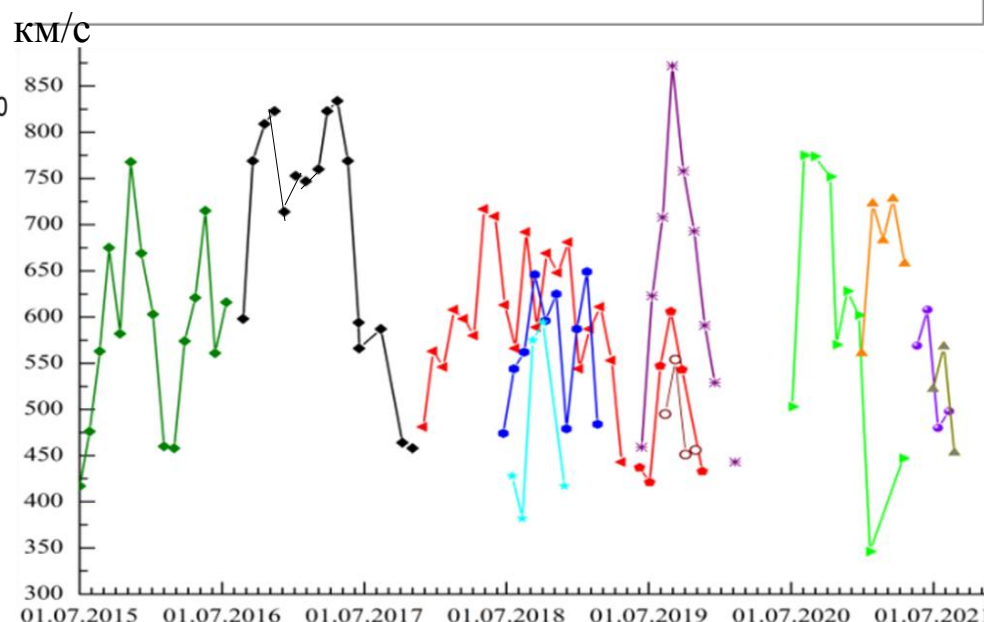
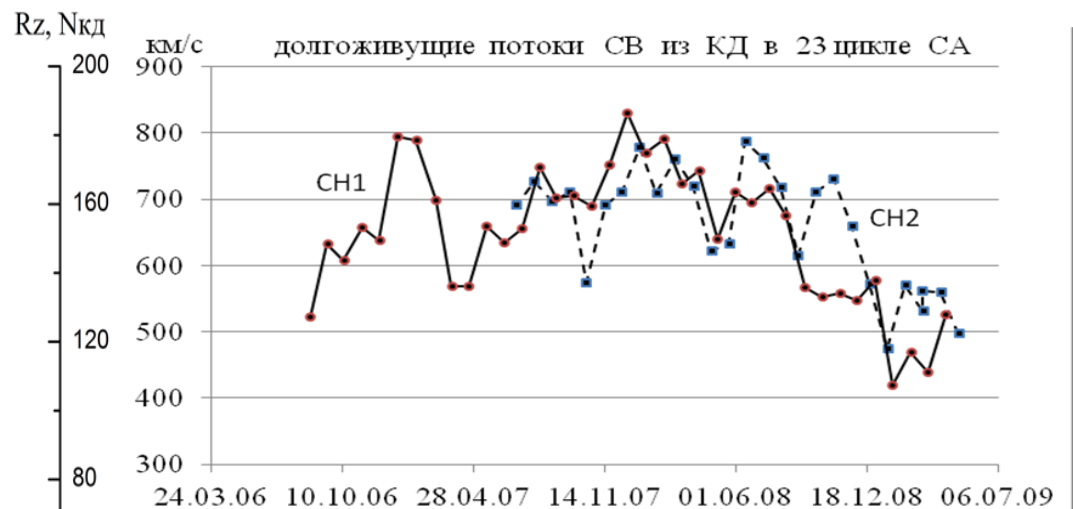
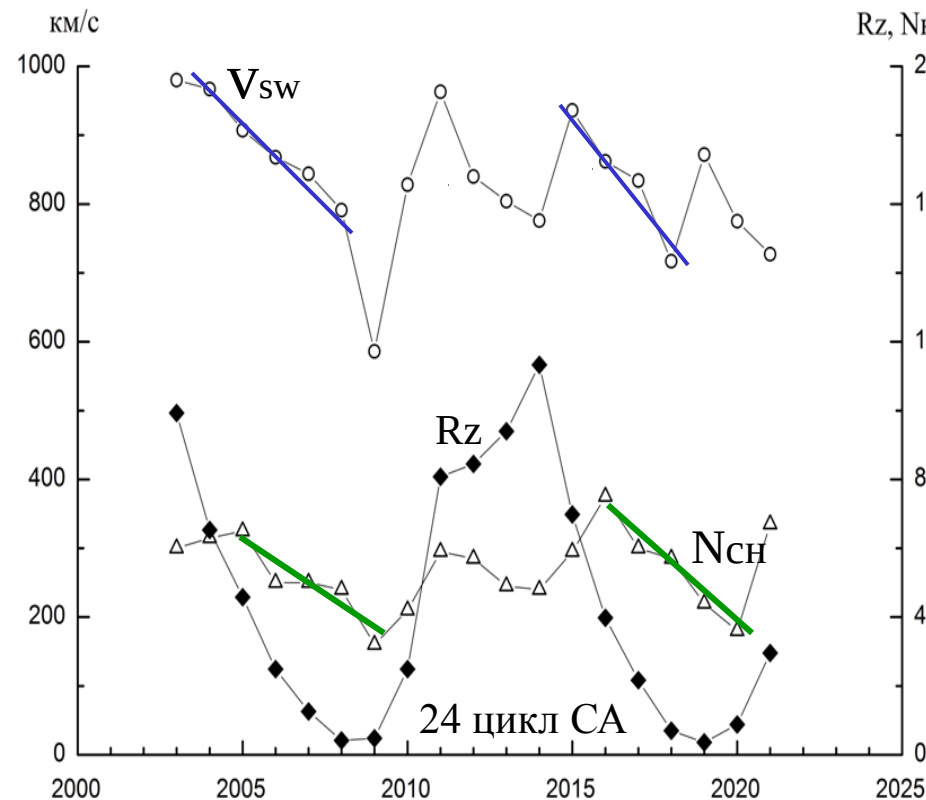
**ДОЛГОЖИВУЩИЕ РЕКУРРЕНТНЫЕ ПОТОКИ
МАЛОЭНЕРГИЧНЫХ ИОНОВ ИЗ КОРОНАЛЬНЫХ
ДЫР НА СОЛНЦЕ**

Зельдович М.А., Логачев Ю.И.

НИИЯФ МГУ

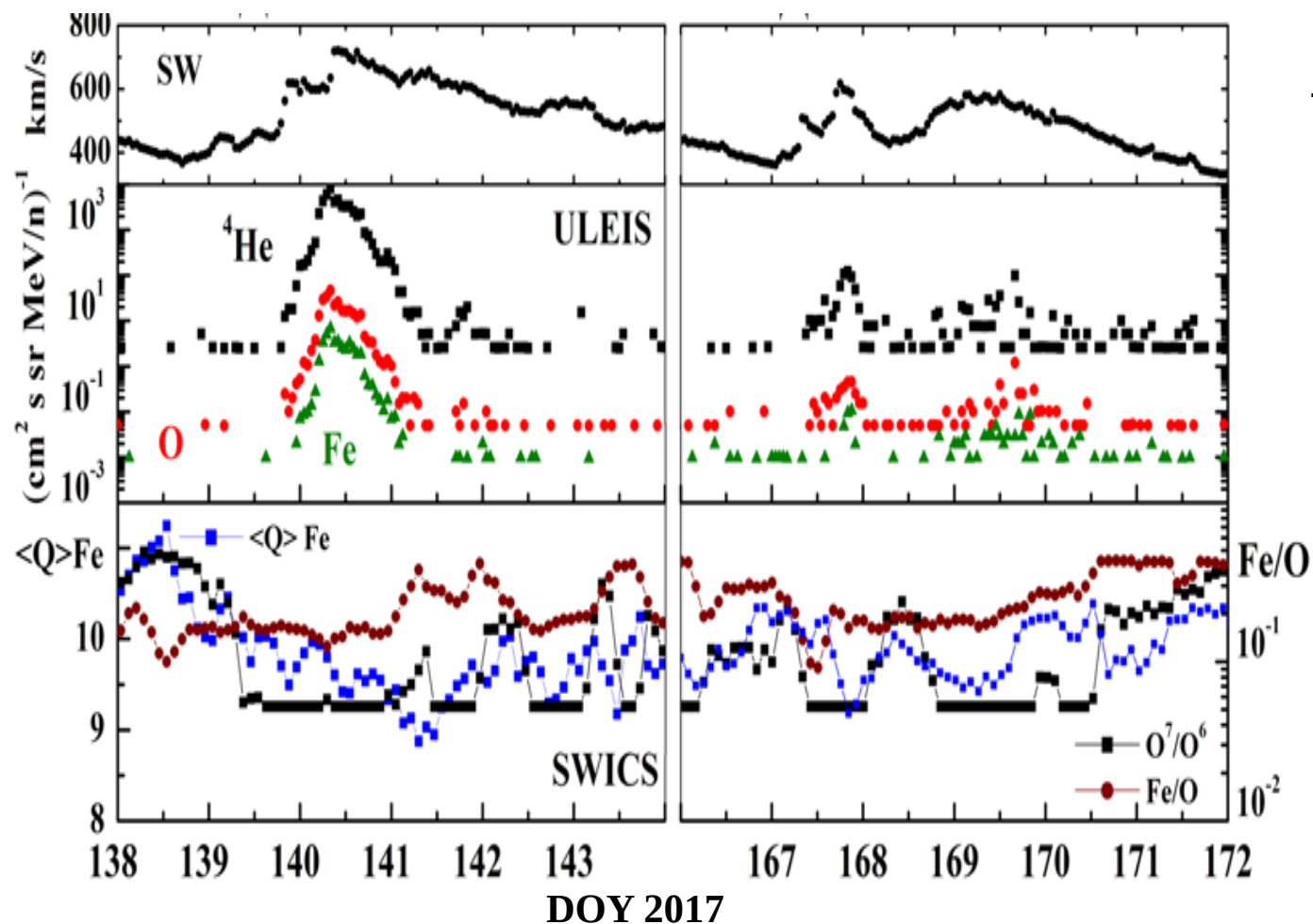
ВККЛ2022

Максимальная скорость солнечного ветра из корональных дыр и число КД в 23 и 24 циклах солнечной активности



Число солнечных пятен в году Rz (сплошные ромбы), максимальная скорость солнечного ветра из КД в году V_{sw} (кружки) и число корональных дыр в году N_{ch} (треугольники). Данные по величинам V_{sw} и N_{ch} получены из сайта «*Coronal hole history*».

Надтепловые ионы He, O и Fe из рекуррентной приэкваториальной корональной дыры и Fe/O в солнечном ветре



Скорость
солнечного ветра
Coronal Hole History

Надтепловые ионы
He 0.08-0.16 МэВ/н
O 0.04-0.09 МэВ/н
Fe 0.04-0.08 МэВ/н

ULEIS sc ACE

Тепловые ионы
солнечного ветра

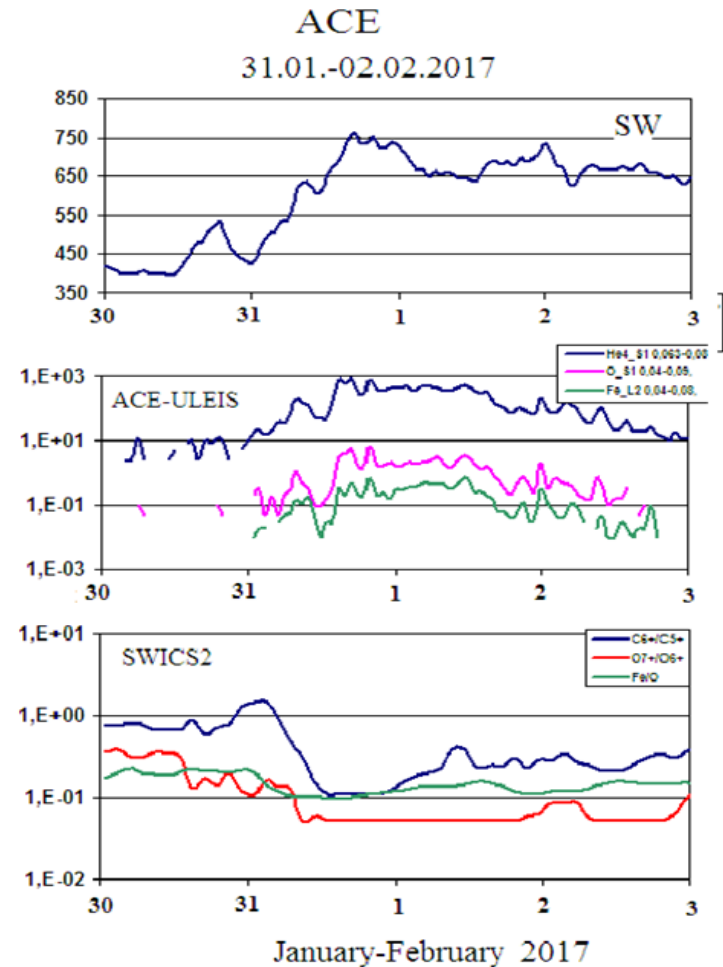
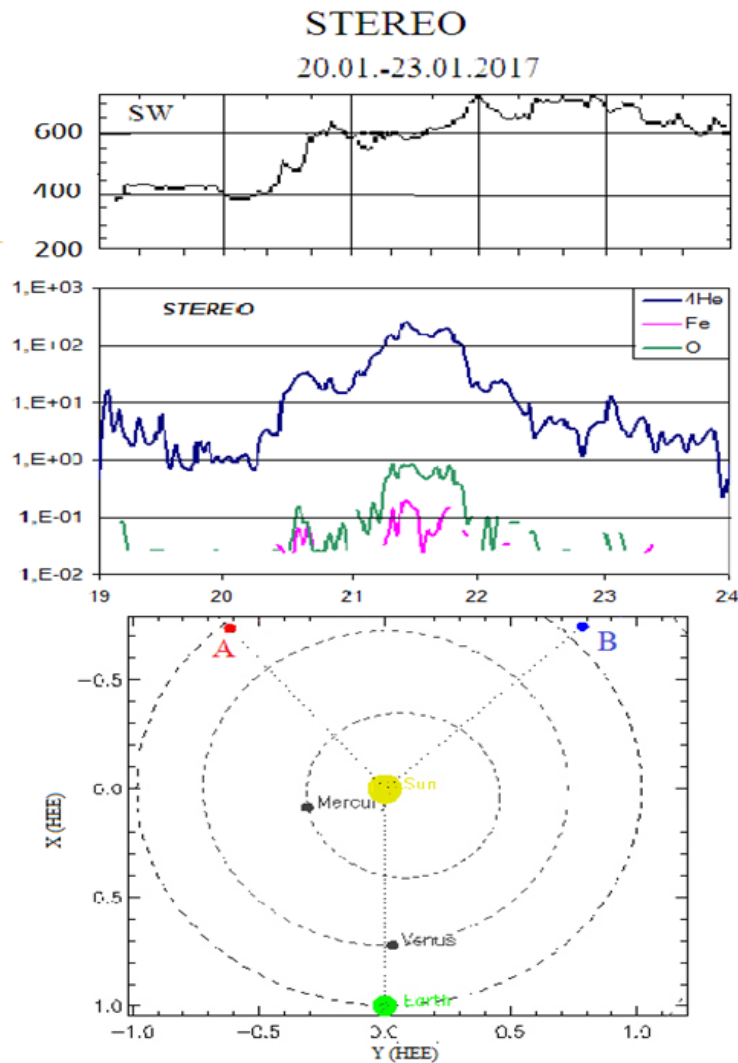
SWICS sc ACE

$\text{O}^7/\text{O}^6 < 0.014$

$Q(\text{Fe}) = 9-10$

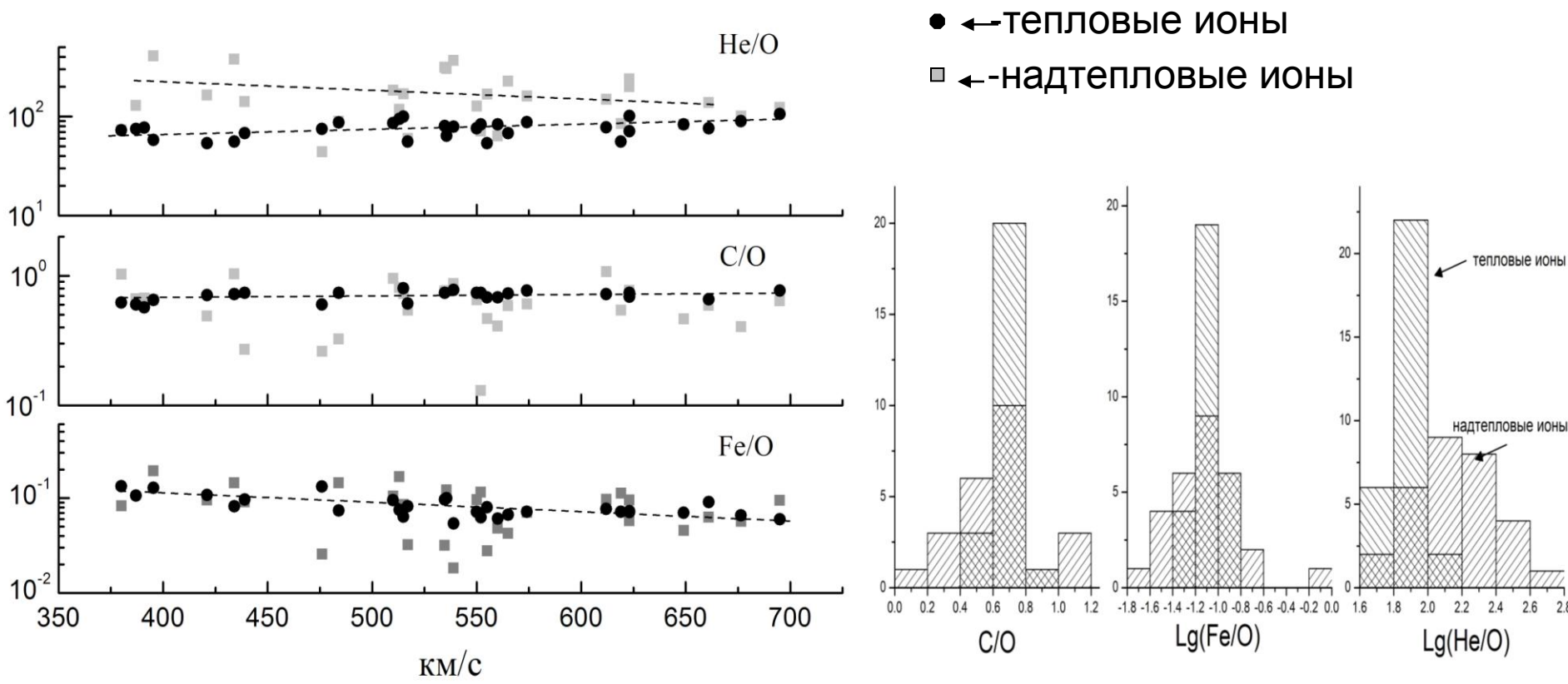
Скорость солнечного ветра, интенсивности ионов ^4He , O и Fe по данным к.а. ACE (прибор ULEIS) в мае-июне 2017 г. – 9 и 10 обороты из 17.

Ионы по измерениям 'STEREO A' и к.а. 'ACE' во время 6-го оборота долгоживущей КД, наблюдавшейся в 2016-2017 годах в течении 17 солнечных оборотов.



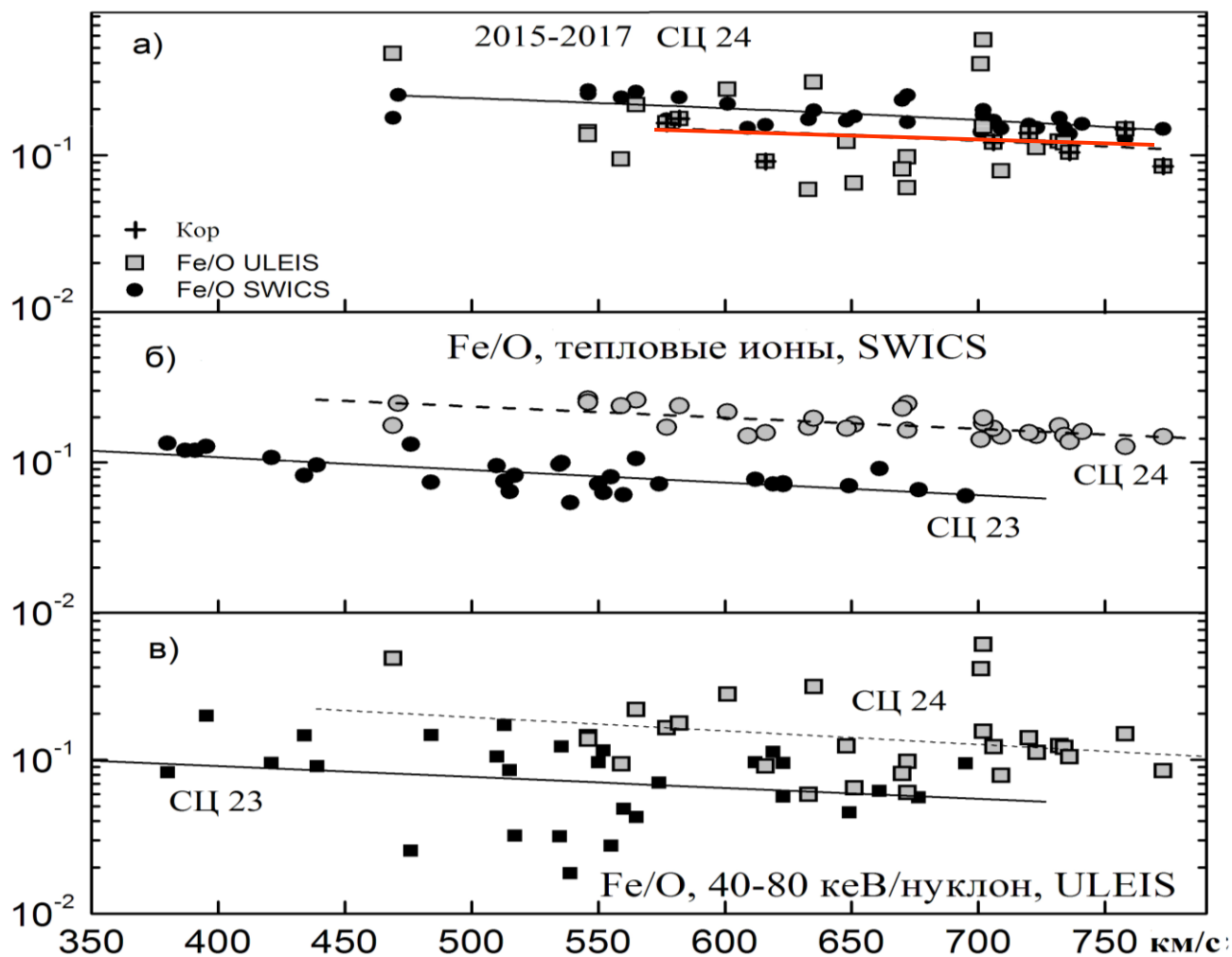
Скорость солнечного ветра, интенсивности ионов 4He, O и Fe с энергиями <4 МэВ/нуклон по данным к.а. 'STEREO A' и ACE (приборы SWICS и ULEIS) в январе-феврале 2017 г. Слева дана схема расположения аппаратов во время регистрации приведенного здесь возрастания потоков ионов на к.а. 'STEREO A'.

Относительное содержание тепловых и надтепловых (0.04-0.08 МэВ/нуклон) ионов He/O, C/O и Fe/O в потоках ионов из КД в 23 цикле в зависимости от максимальной скорости солнечного ветра

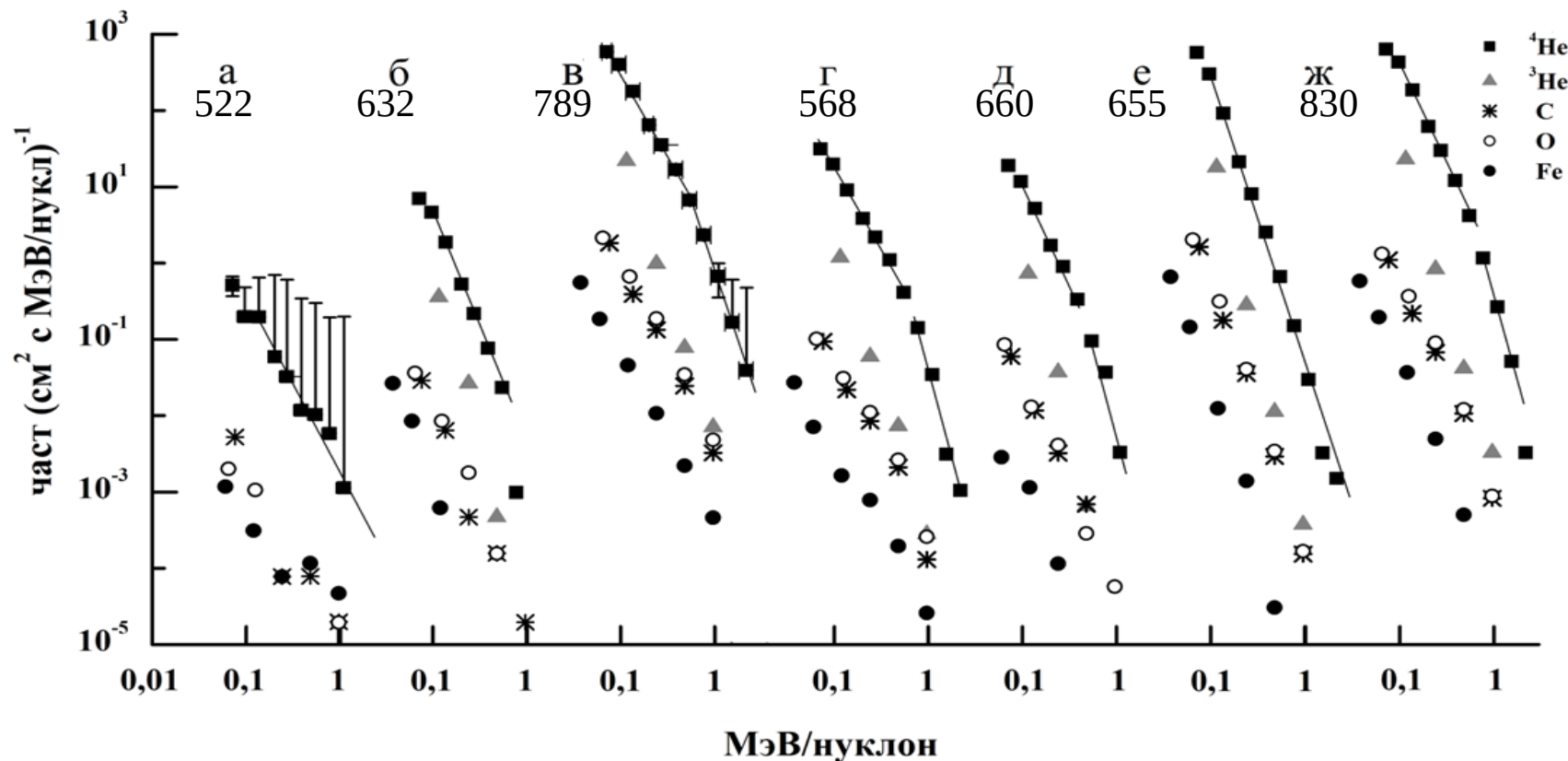


Величины надтепловых **Fe/O** в потоках ионов из КД соответствуют тепловым **Fe/O** в потоках солнечного ветра из приэкваториальных КД в 23 цикле СА, **Fe/O** тепловых и надтепловых ионов уменьшается с увеличением скорости солнечного ветра из КД.

Относительное содержание тепловых и надтепловых 0.04-0.08 МэВ/нуклон Fe/O в потоках ионов из КД в 23 и 24 циклах в зависимости от скорости солнечного ветра



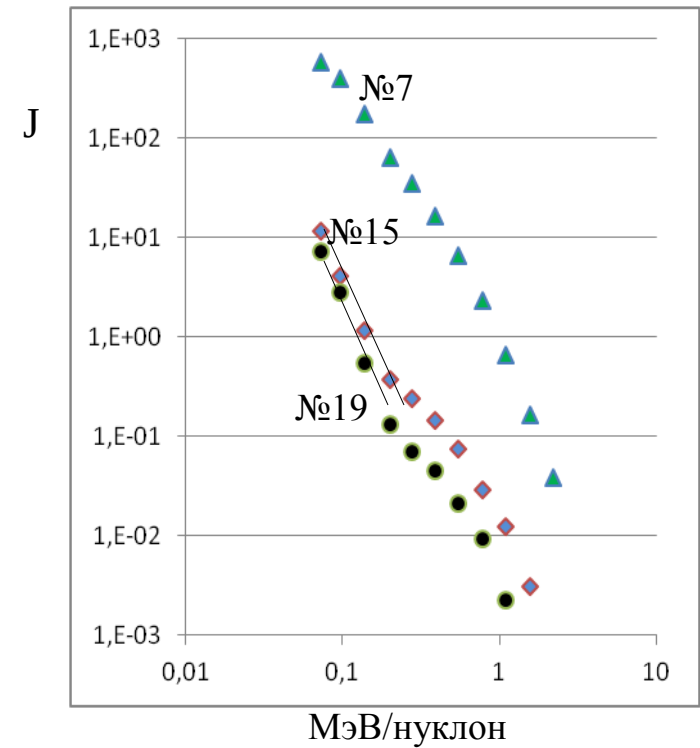
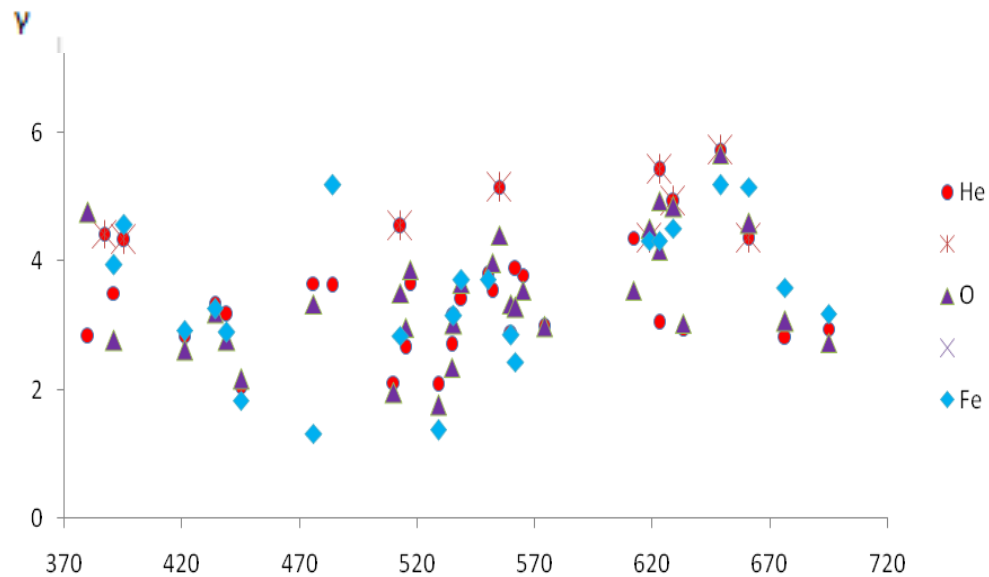
Энергетические спектры ионов 3He , 4He , C , O и Fe в потоках ионов из КД *СН1*



Спектры ионов 3He , 4He , C , O и Fe в потоках энергичных частиц из долгоживущей КД *СН1* в 2006-2007 гг. в течении 7 периодов регистрации ионов.

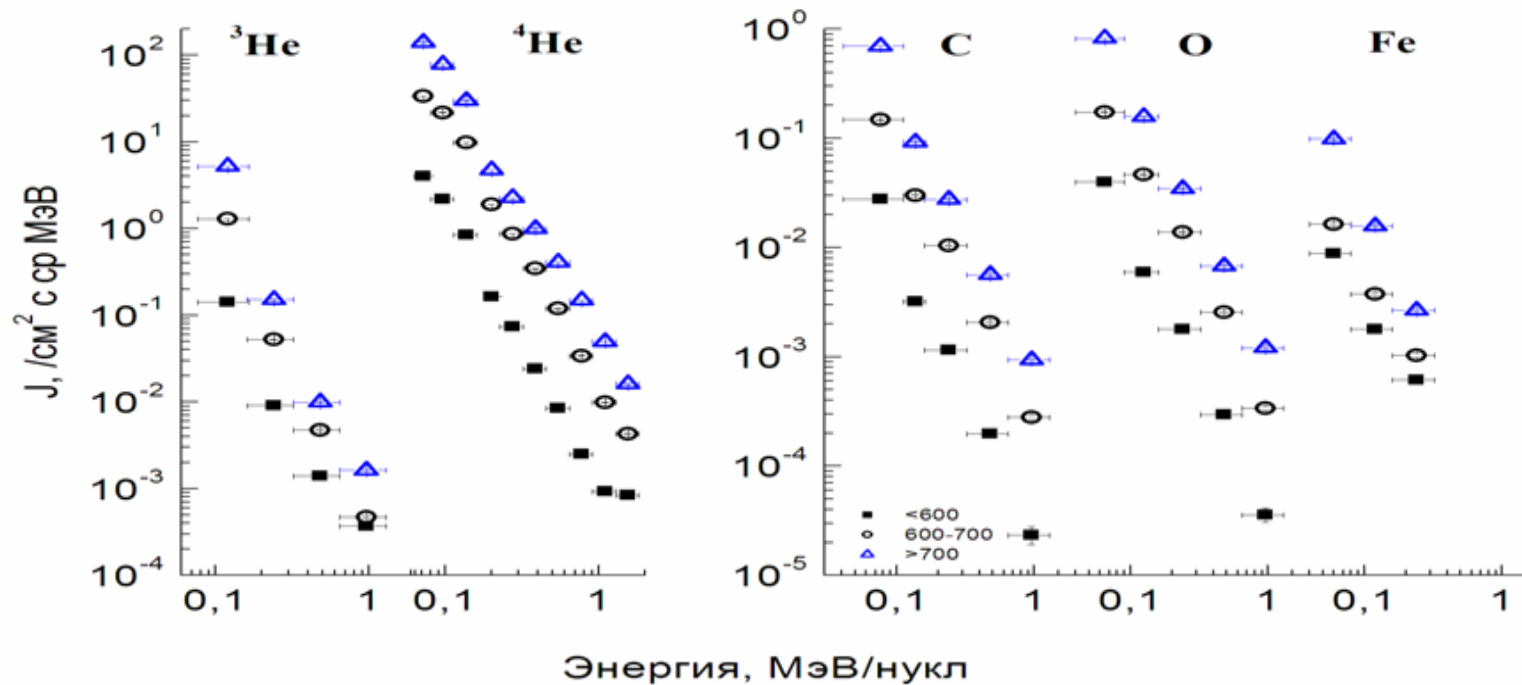
Спектры были аппроксимированы степенной функцией (4He , спектры а-№1, б-№2, е-№13), либо комбинацией двух функций – степенной и экспоненциальной (спектры в-№7, г-№9, д-№11, ж- №19).

Показатели γ энергетических спектров надтепловых ионов из корональных дыр в зависимости от скорости солнечного ветра из КД, полученные при аппроксимации спектра степенной функцией $J(E) \sim E^{-\gamma}$ (обозначены Ж) и также при аппроксимации комбинацией двух функций $J(E) \sim E^{-\gamma} \exp(-E/E_0)$.



Спектры ионов 4He из КД **CH1**

Усредненные спектры ионов в потоках частиц из КД в 24 цикле



Спектры надтепловых ионов ^3He , ^4He , C , O и Fe в потоках частиц из КД, усредненные по трем интервалам скорости солнечного ветра: **<600 км/с** (квадраты), **$600-700$ км/с** (кружки) и **>700 км/с** (треугольники) из 25 КД в 2015-17 гг.

Спектры ионов демонстрируют зависимость усредненной интенсивности ионов от скорости СВ из КД. С увеличением скорости СВ от <600 км/с до >700 км/с, интенсивность надтепловых ионов возрастает. Этот эффект позволяет предположить, что популяцией частиц, ускоренной до надтепловых энергий, служат тепловые (максвелловские) ионы солнечного ветра из КД.

Показано, что

1. величины относительного содержания надтепловых ионов C/O и Fe/O соответствуют относительному содержанию ионов теплового (максвелловского) солнечного ветра,
2. интенсивность всех изучавшихся здесь надтепловых ионов из КД возрастала со скоростью СВ,
3. энергетические спектры надтепловых ионов имели разную зависимость от энергии, что говорит о различных механизмах их ускорения.

Результаты этого изучения предполагают, что надтепловые ионы из корональных дыр — это ускоренные ионы солнечного ветра, представляющие собой постоянно существующее высокотемпературное продолжение теплового солнечного ветра.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Spectra of Energetic Oxygen Nuclei

