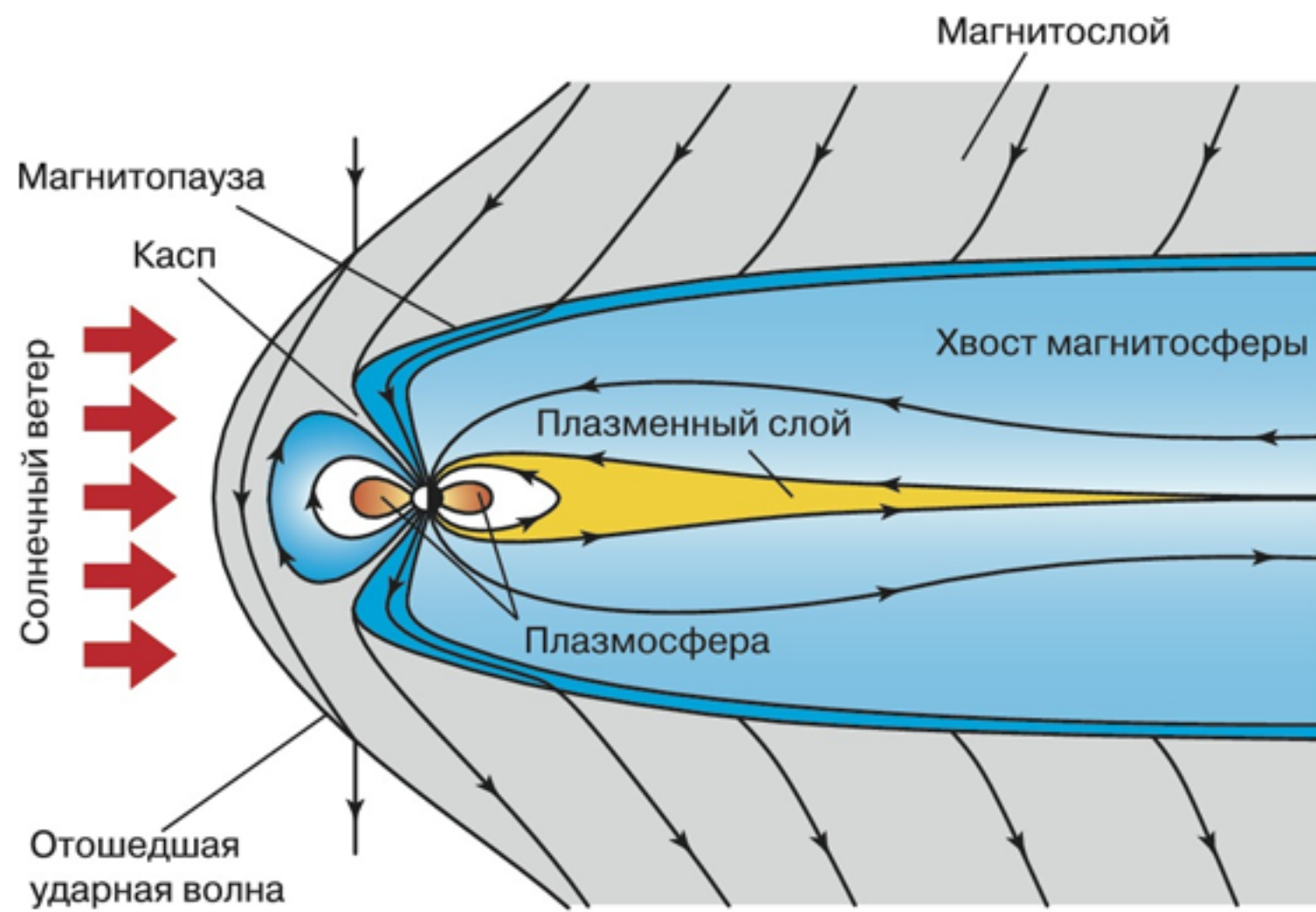


ВРЕМЕННЫЕ МАСШТАБЫ КОГЕРЕНТНОСТИ ПУЛЬСАЦИЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДИАПАЗОНА 1-5 МГц В ГЕОМАГНИТНОМ ХВОСТЕ И НОЧНОМ МАГНИТОСЛОЕ

Д. А. Стуков¹, Н. В. Ягова¹

¹Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН), Москва, Россия, sda@ifz.ru



В работе изучался отклик в магнитосферном хвосте в диапазоне 1-5 МГц на **внешнее воздействие**

Внешнее воздействие – флуктуации динамического давления солнечного ветра

Ранее было выявлено, что **пространственный масштаб когерентности пульсаций** в геомагнитном хвосте и **их связь с вариациями геомагнитного поля** в ночном магнитослое **зависит от интенсивности немагнитосферных флуктуаций** в том же частотном диапазоне.

При удалении от Земли частота пульсаций уменьшается, причем в дальнем хвосте преобладают бегущие волны, а в ближнем хвосте – стоячие. [Zhang et al., 2018]

можно выделить группы пульсации разного пространственного масштаба: **крупномасштабные** (порядка или больше $10R_E$) и более **мелкомасштабные** с характерным масштабом порядка R_E .

Амплитуда более **мелкомасштабных пульсаций** контролируется **амплитудой флуктуаций ММП и динамического давления СВ**, в то время как для **крупномасштабных пульсаций** такого не наблюдается.

В предыдущих работах все оценки когерентности выполнялись для **одной длины спектрального интервала**. (временного интервала от которого считался спектр) [Ягова и др, 2024].

В настоящей работе **длина интервала T - варьируется**, что позволяет оценить не только абсолютные значения спектральной когерентности γ^2 для одного значения длины интервала T , но и характер зависимости $\gamma^2(T)$.

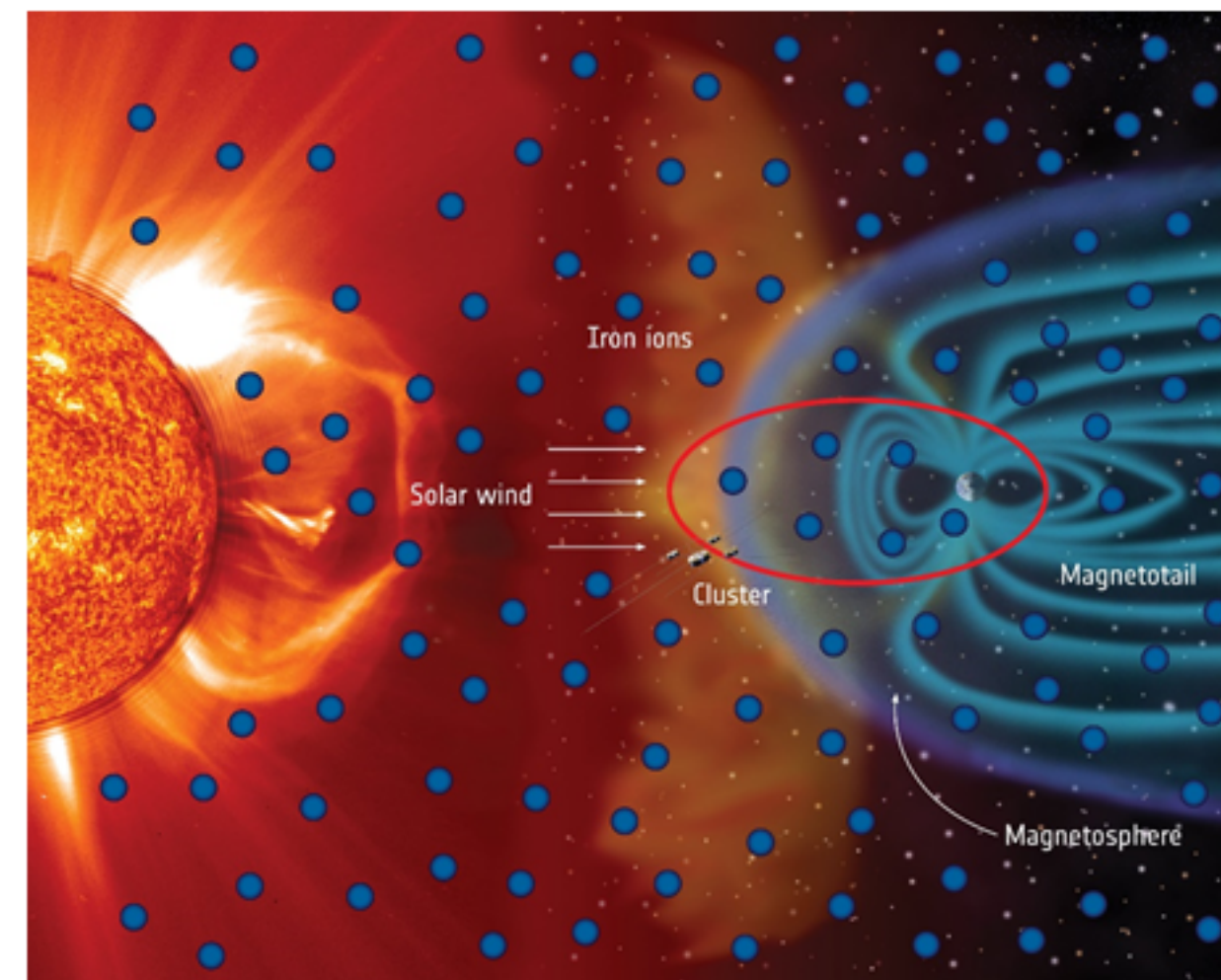
Первичная обработка данных

выбор положений спутников по данным SSCWEB [https://sscweb.gsfc.nasa.gov/]

отбор данных **без выбросов** и поворот в систему координат по магнитному полю

Поворот осуществлялся с использованием данных собственных измерений спутника: для времени t_0 текущее значение вектора магнитного поля определялось в скользящем окне длительностью 20 минут ($t_0 \pm 10$ минут).

Компонента B_z ориентирована вдоль главного магнитного поля, B_r перпендикулярна ей и лежит в плоскости, образованной касательной к линии поля и проходящей через центр Земли, а B_ϕ образует с ними правую тройку векторов.



Миссия cluster

четыре спутника расстояние между ними меняется от 0.3 до $2.5 R_E$

измерения осуществлялись магнитонасыщенным (fluxgate) магнитометром с исходным временным шагом около 4 с

Анализ данных

три варианта взаимного расположения спутников: оба спутника в доле хвоста (both in), пересечение магнитопаузы (MP crossing), оба спутника в магниослое (both out).

Обработка данных проводилась в среде Python с использованием библиотеки Scipy

Параметры: window = 'blackman', nperseg = 32, noverlap 24, nfft = 128, окно Блэкмана: ширина окна - 16 минут, перекрытие окон – 4 минуты

для отбора событий использовалось условие на спектр мощности

$$P_{max} \cdot f_{max}^\alpha > P_b$$

1-5 МГц при $\alpha = 1.5$, $P_b = 5$, где f_{max} – частота максимума, $P_{max} = \max(P(f))$.

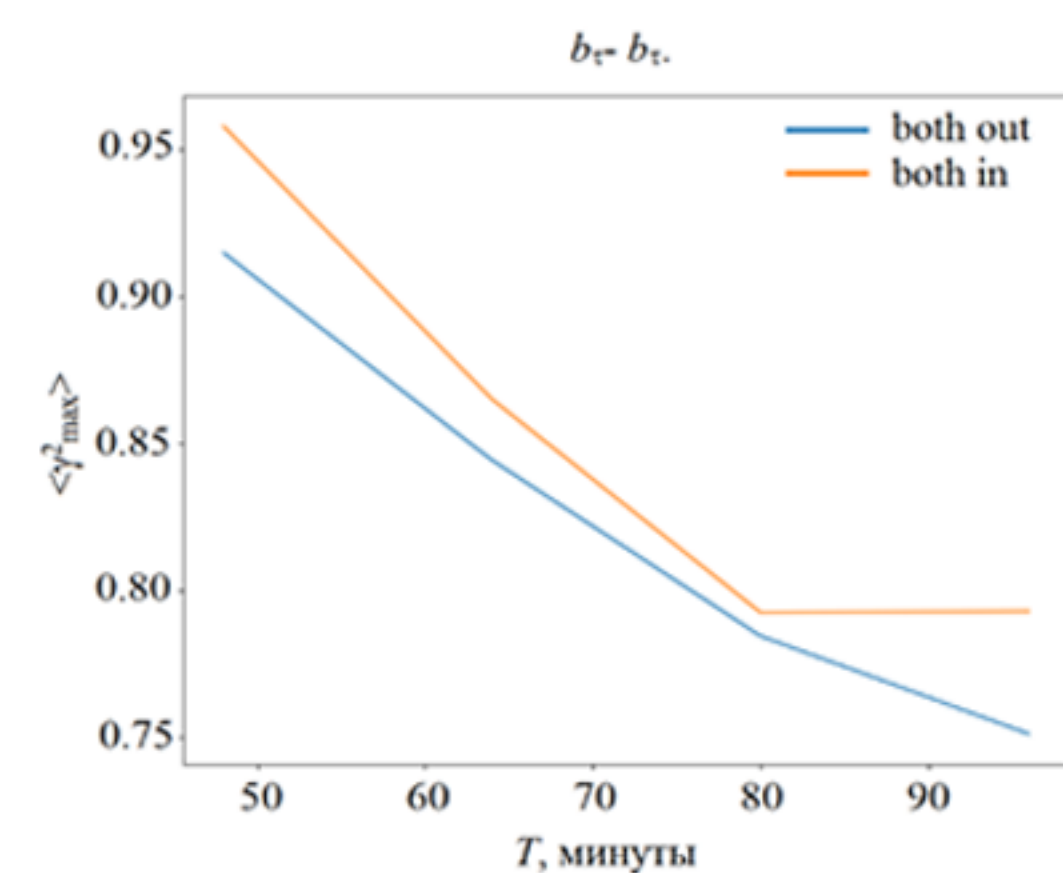


Рис 1. Зависимость средних по всем интервалом с заданным положением спутников значений γ_{max}^2 от длины интервала для пары компонент $b_r - b_z$.

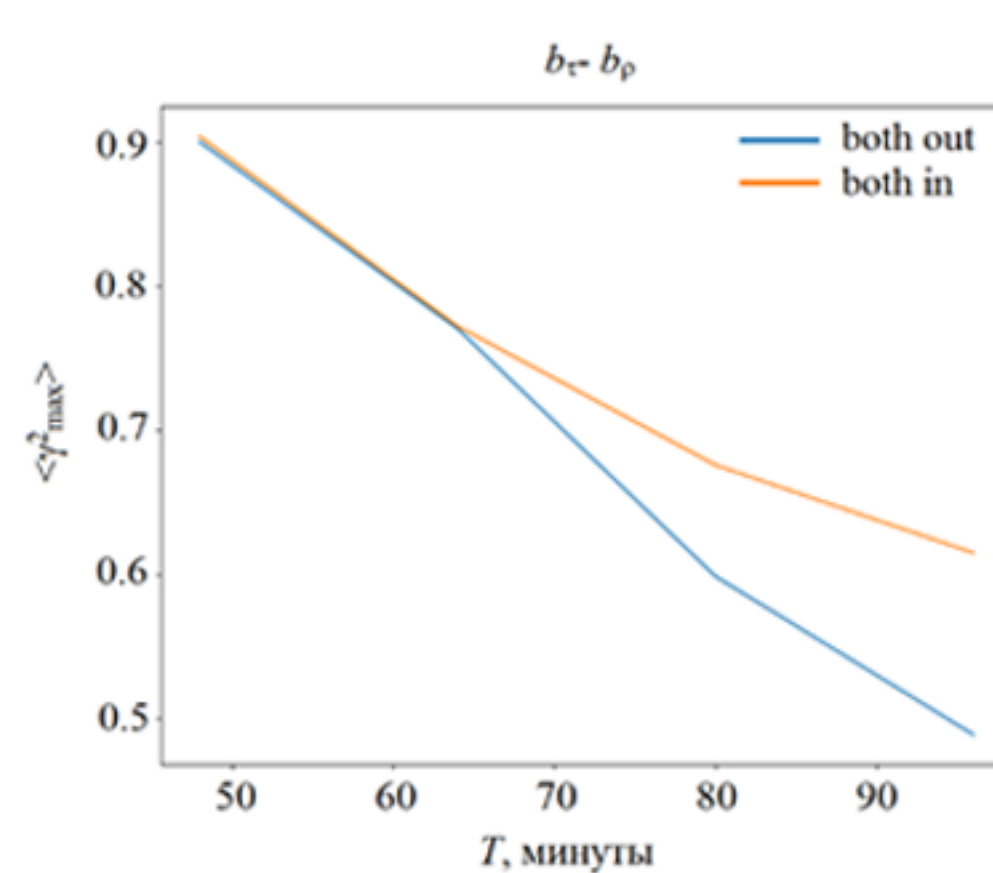


Рис 2. То же для пары компонент $b_r - b_\phi$.

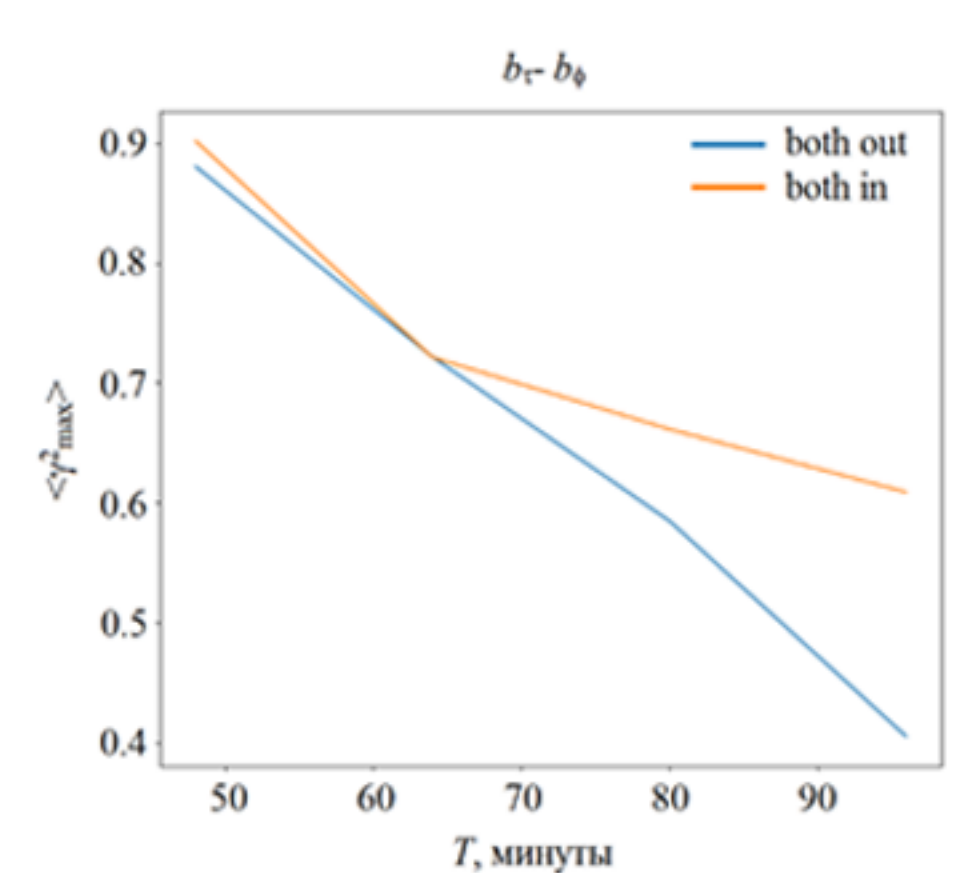


Рис 3. То же для пары компонент $b_z - b_\phi$.

Характер зависимости $\langle \gamma_{max}^2 \rangle(T)$ позволяет выделить две области масштабов с границей около 1 часа. На меньших временах отличие между когерентностями вне- и внутримagnetосферных пульсаций мало, а на больших временах они становятся существенными.

Смена режима при $T=64$ минут особенно явно проявляется для пар, включающих нормальные к главному магнитному полю компоненты (рис 2-3). Для продольной компоненты отличие сохраняется во всем диапазоне изменения T , а граница режимов сдвинута к большим длительностям, причем для геомагнитного хвоста при $T=80$ мин зависимость выхолаживается.

Полученные результаты показывают необходимость учитывать при анализе низкочастотных геомагнитных пульсаций, типичных для внешних областей магнитосферы, геомагнитного хвоста и магнитослоя, не только абсолютное значение спектральной когерентности, но и характер его зависимости от длины интервала.