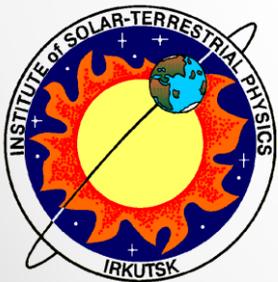


Диагностика поперечного распределения температуры в корональных структурах над тенью солнечного пятна по наблюдениям 3-мин колебаний



*Анастасия Дерес,
Сергей Анфиногентов,
Андрей Афанасьев*

БШФФ – 2017, 11-16 сентября 2017

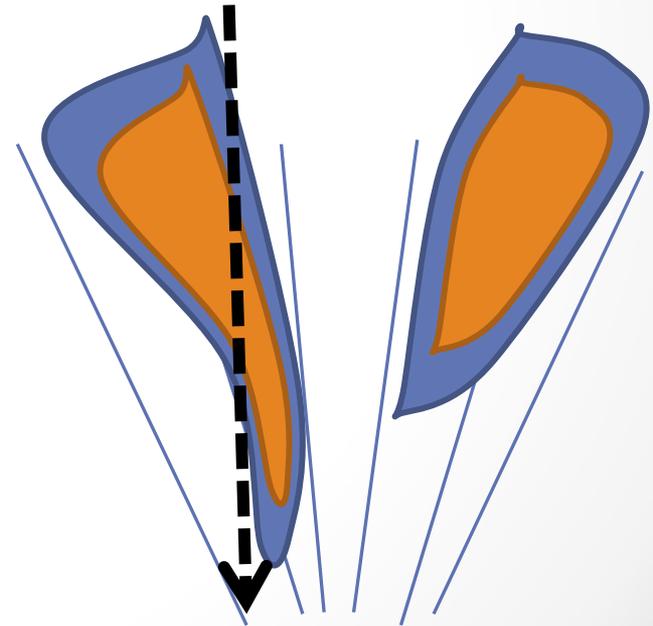
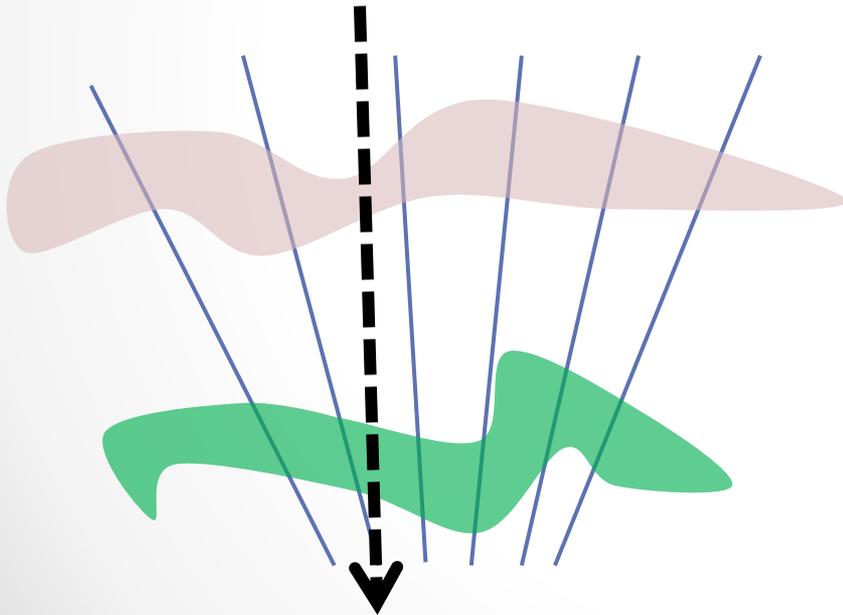
Особенности корональных источников КУФ излучения

Хромосфера, переходная область:

1700 Å, 1600 Å, 304 Å

Корональные линии: 171 Å, 193 Å,

211 Å, 131 Å, 335 Å, 94 Å



Общий метод

МГД моделирование
(Lare2D) распространения
медленных МГД волн в
корональных структурах

Параметры плазмы

- Скорость
- Плотность
- Температура

Метод прямого
моделирования
(<https://wiki.esat.kuleuven.be/FoMo>)

Синтетические
изображения

171 Å
193 Å

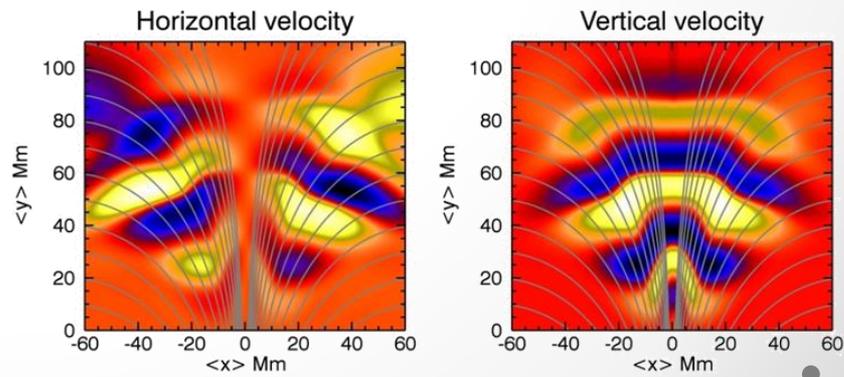
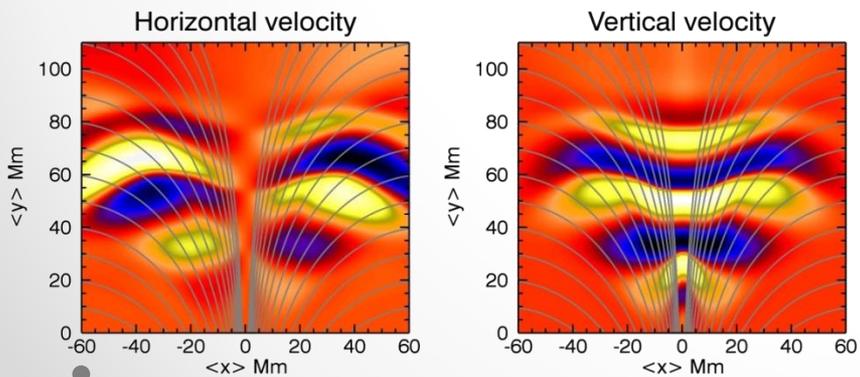
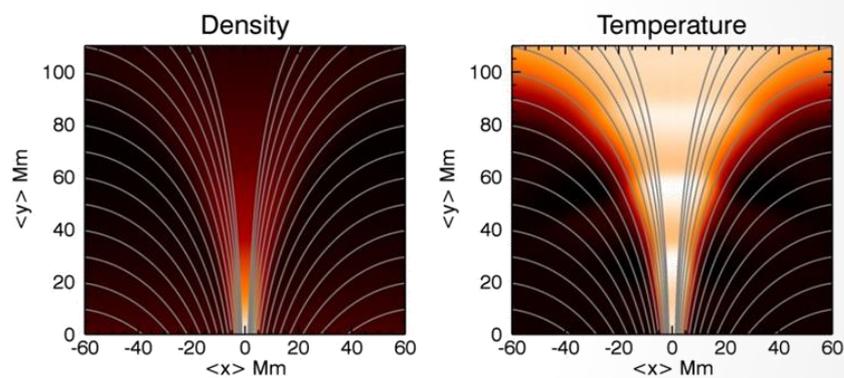
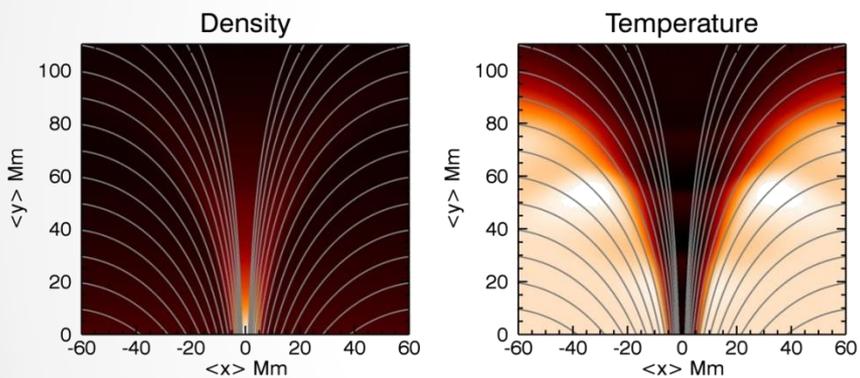
Сравнение с
наблюдениями 3-
мин колебаний
(SDO/AIA)

- Задержка
- Смещение волны

Моделирование распространения медленных МГД волн в корональных структурах

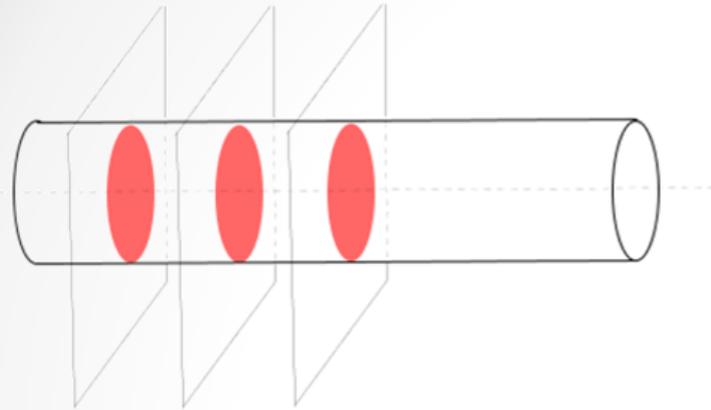
Холодная модель – центральная часть холоднее (7000 K), чем внешняя (1 МК)

Горячая модель – центральная часть горячее (1 МК), чем внешняя (7000 K)

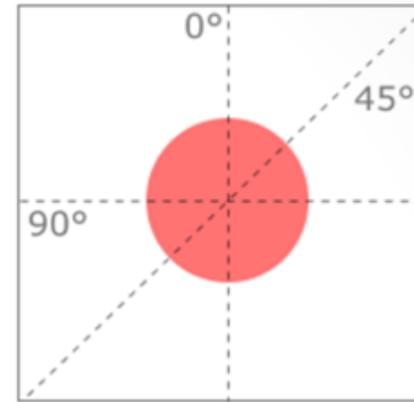


Метод прямого моделирования – FoMo код

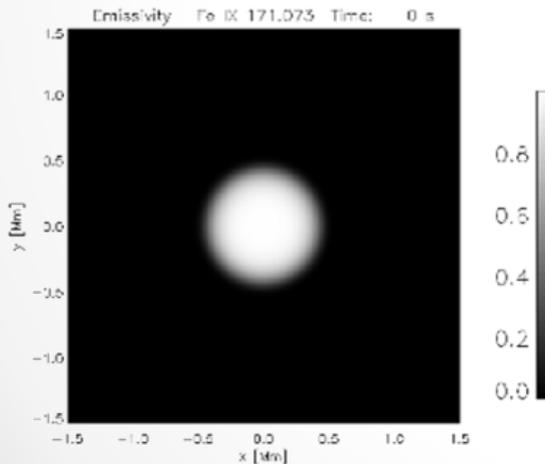
(<https://wiki.esat.kuleuven.be/FoMo/FrontPage>)



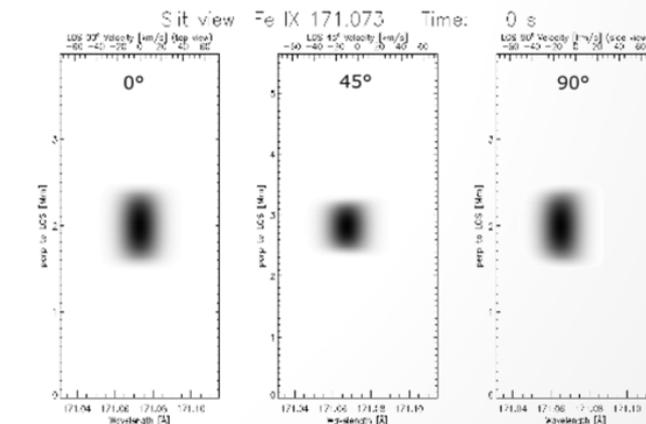
Шаг 1 – разбиение на плоскости



Шаг 2 – выбор угла луча зрения



Шаг 3 – расчёт излучения в каждой точке $G(T, n_e) \cdot n_e^2$

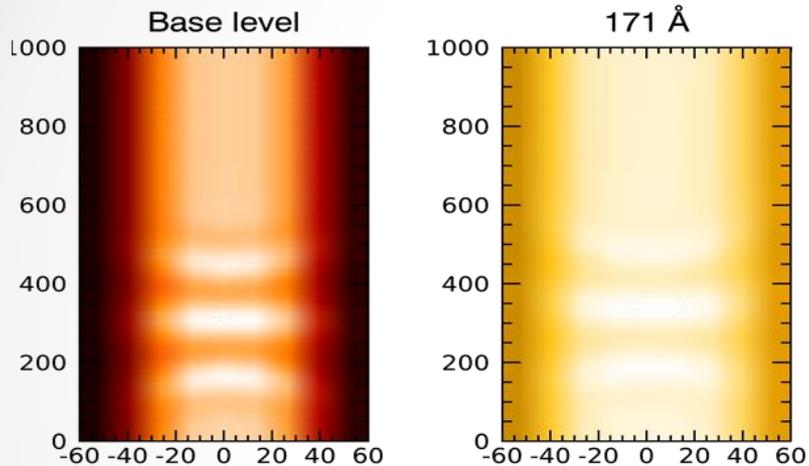


Шаг 4 – интегрирование интенсивности излучения вдоль выбранного луча зрения

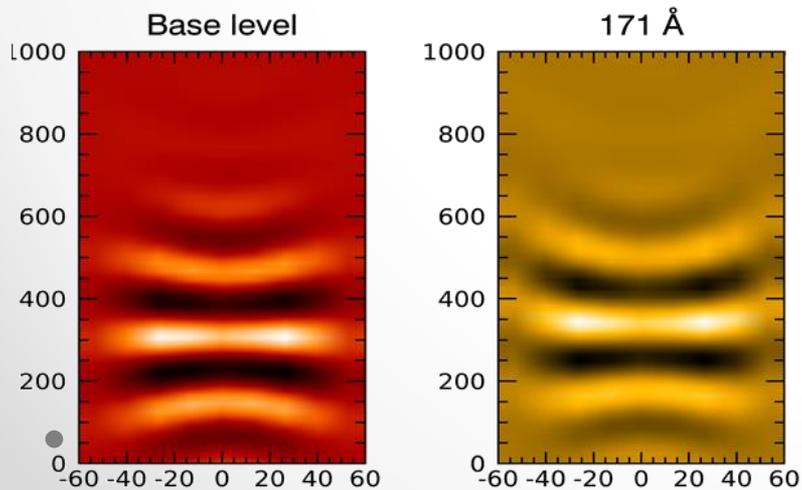
Синтетические наблюдения

Холодный центр

Cold model (Original)

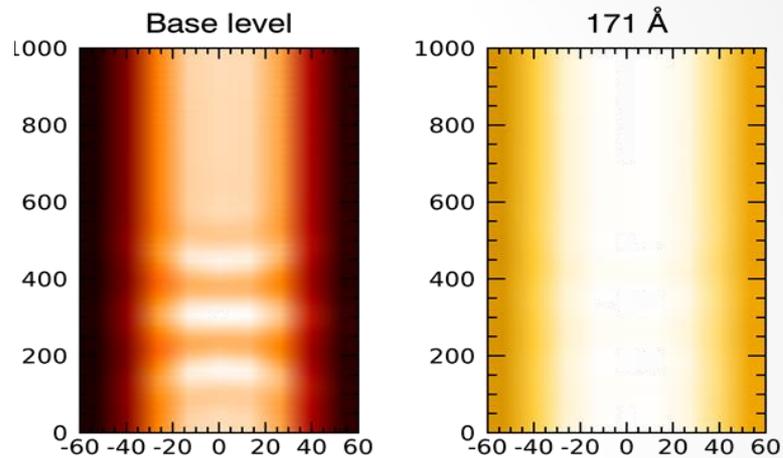


Cold model (filtered)

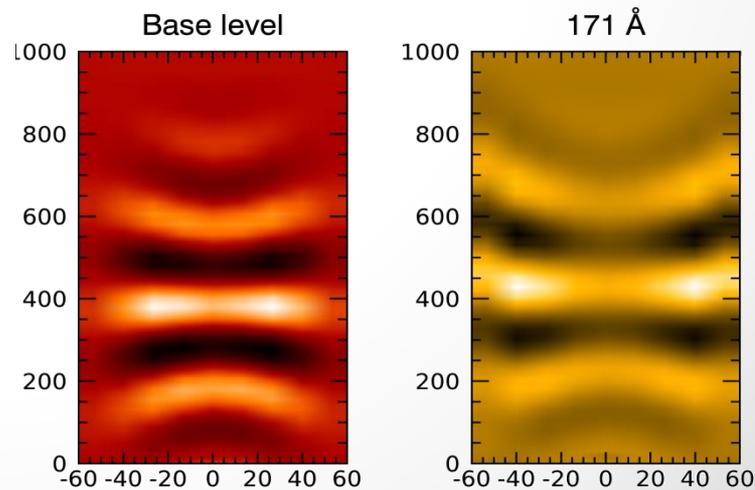


Горячий центр

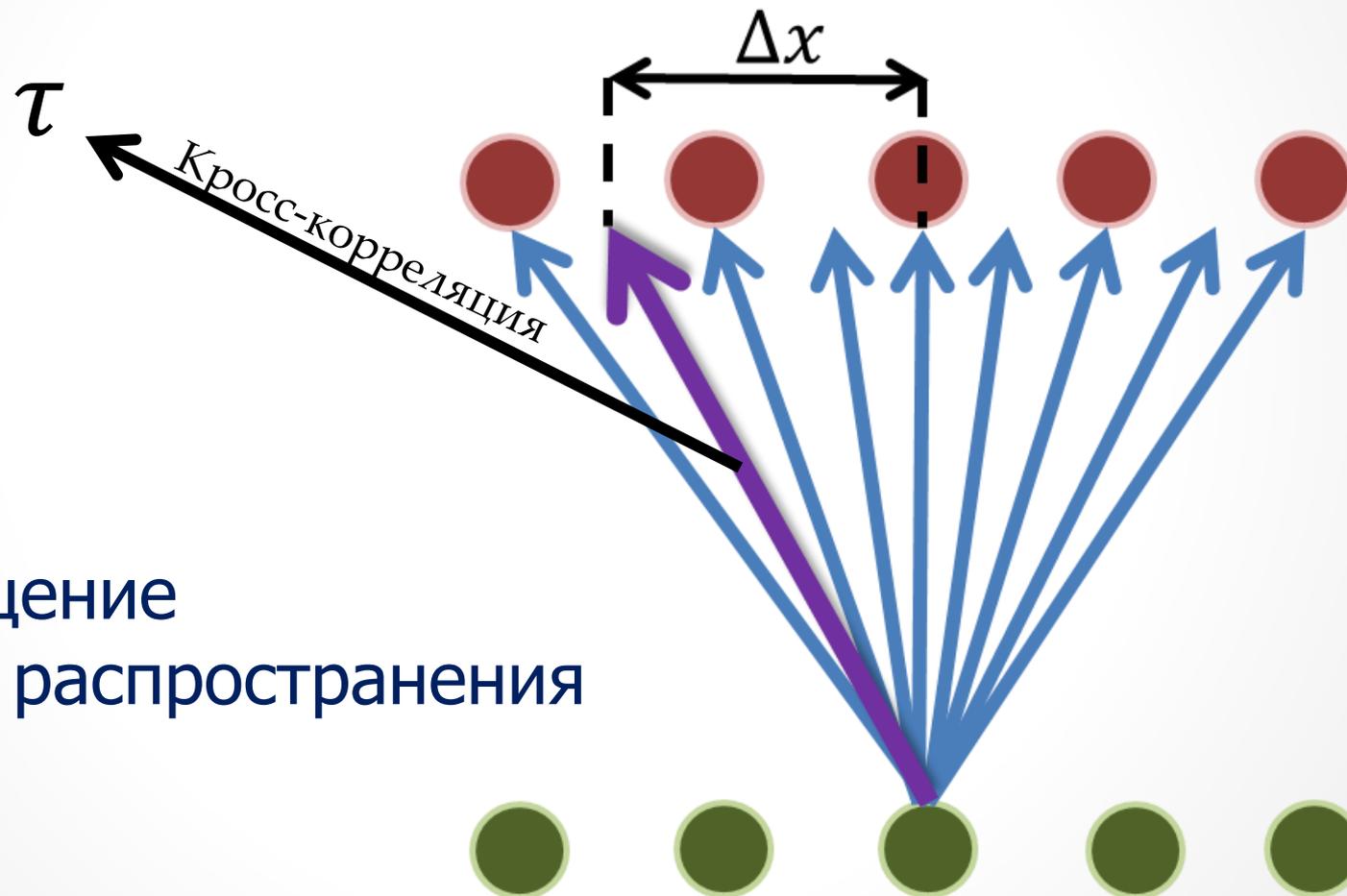
Hot model (Original)



Hot model (filtered)



Оценка времени распространения и смещения для каждого пикселя



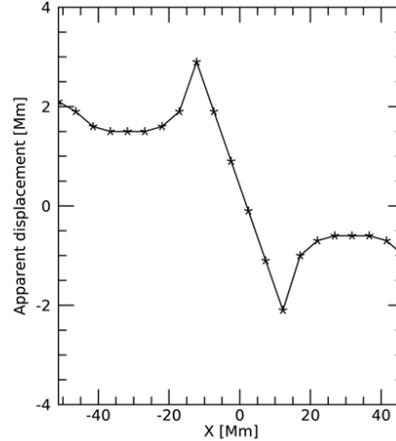
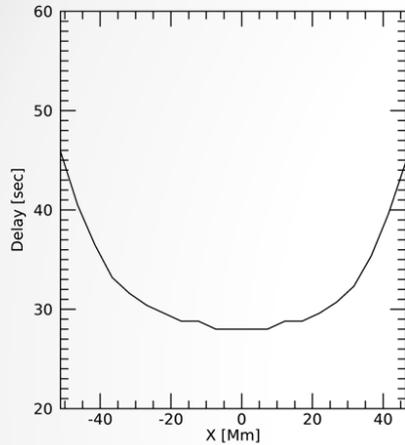
Δx – смещение

τ – время распространения

Результаты моделирования

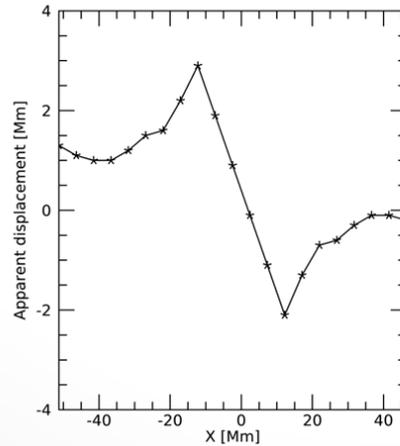
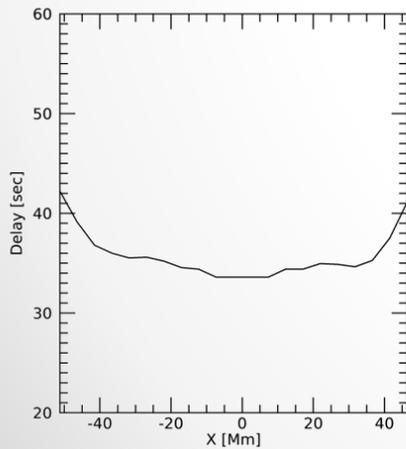
Холодный центр

cold model

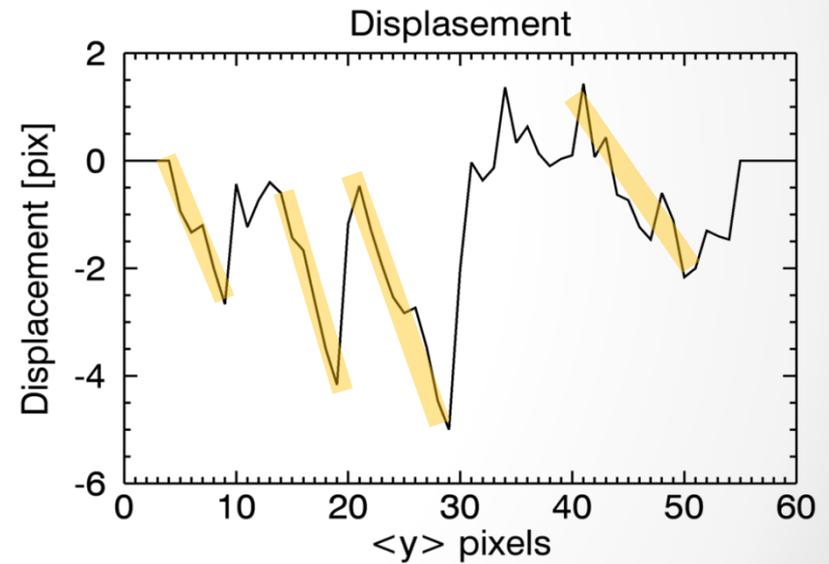


Горячий центр

hot model

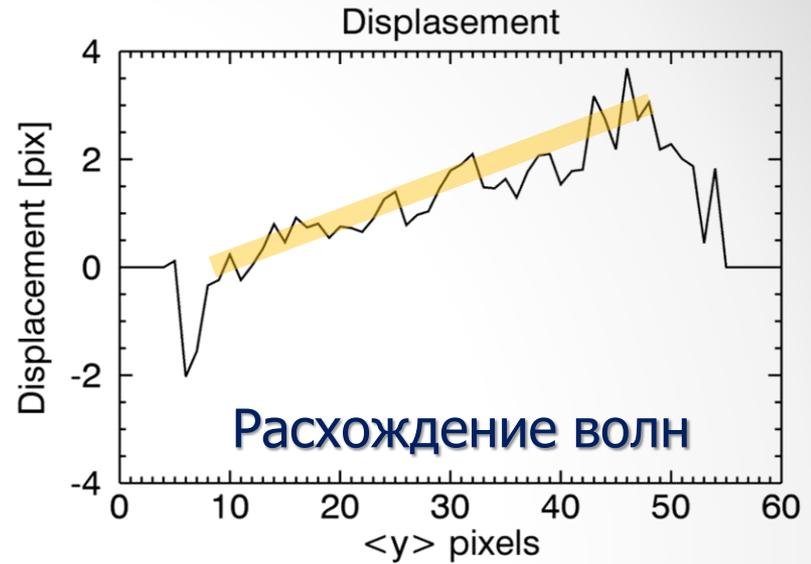
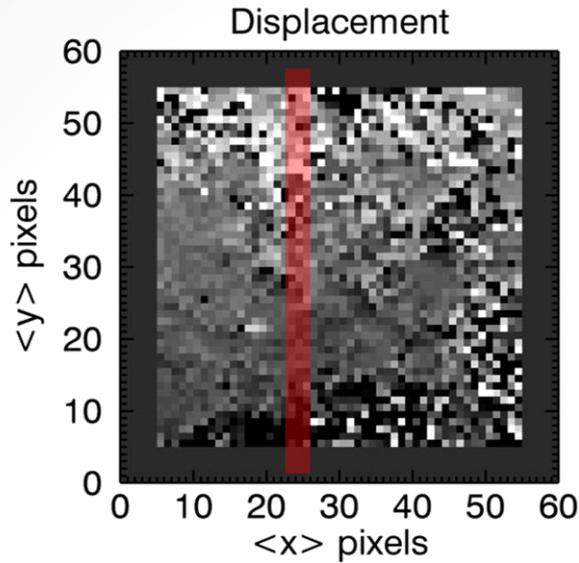


Наблюдения

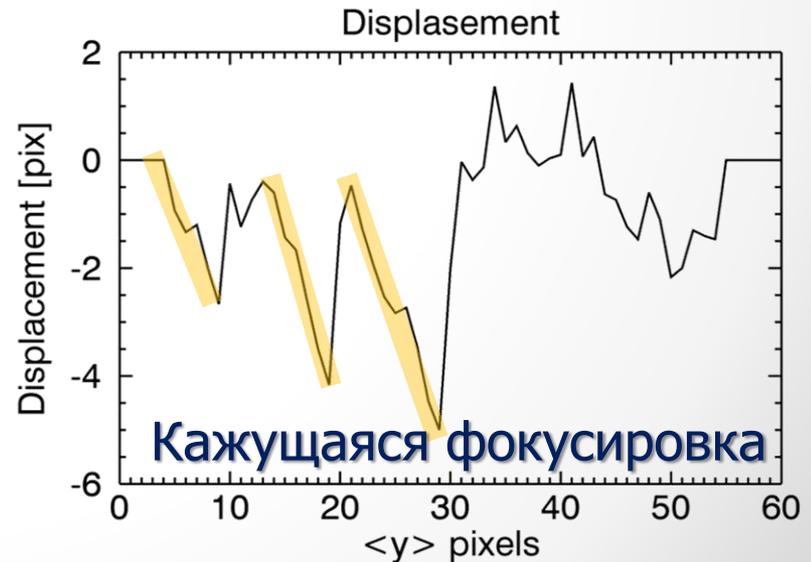
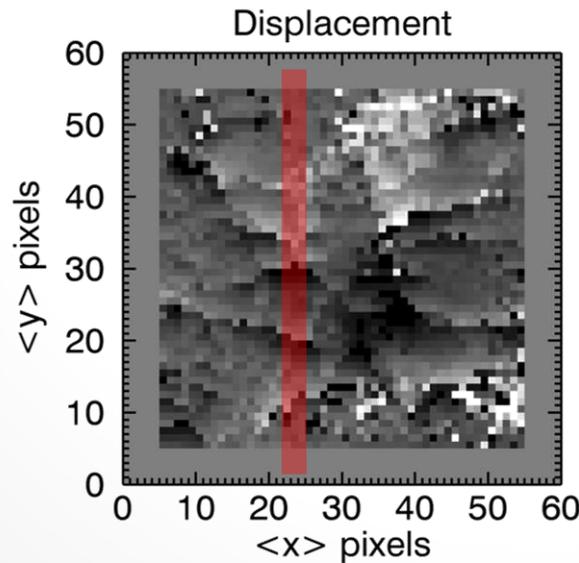


Смещение для данных SDO/AIA

1600 и 304 Å



304 и 171 Å



Заключение

- Мы сравнили синтетические наблюдения распространения МГД волн в корональных структурах связанных с тенью пятна, посчитанные для двух различных моделей (структуры с горячим и с холодным центром) с наблюдениями SDO/AIA.
- Обнаружен эффект «кажущейся» фокусировки волны, как в модели, так и в наблюдениях.
- Отличие между «холодной» и «горячей» моделью обнаружено только в пространственном распределении задержки.

**Спасибо за
внимание!**

Параметры моделирования

Driver: $v_y(x, 0) = 6 \frac{km}{s} \cos \left[\frac{2\pi}{T(x)} (t - t_1) \right] \exp \left[- \left(\frac{t-t_1}{\tau} \right)^4 \right] \exp \left[- \left(\frac{x}{\sigma_{x1}} \right)^4 \right]$

where, $P(x) = P_{out} + (P_{in} - P) \exp \left[- \left(\frac{x}{\sigma_{x2}} \right)^2 \right]$.

2D computation domain: $-115 \text{ Mm} < x < 115 \text{ Mm}; 0 \text{ Mm} < y < -250 \text{ Mm}$

Boundary conditions: Closed boundaries with artificial damping

Initial conditions: $B_{sp} = 600 \text{ G}, \rho_{bg} = 2 \times 10^8, \rho_{sp} = 2 \times 10^9, \lambda = \frac{\ln \left(\frac{B_{sp}}{56} \right)}{100},$

$$R_0 = 5, H = H(1,3MK), g = 0, \vec{V} = 0, B_x = B_{sp} e^{-\lambda y} \sin(\lambda x),$$

$$B_y = B_{sp} e^{-\lambda y} \cos(\lambda x),$$

$$\rho = \rho(y = 0) \exp \left(\frac{y}{H} \right), \quad \rho(y = 0) = \left\{ \rho_{bg} + \rho_{sp} \exp \left[- \left(\frac{x}{R_0 e^{\lambda y}} \right)^4 \right] \right\},$$

Метод прямого моделирования – FoMo код

(<https://wiki.esat.kuleuven.be/FoMo/FrontPage>)

Метод прямого моделирования позволяет синтезировать профили излучения «искусственные изображения» в оптически тонких спектральных линиях на основе параметров МГД моделирования под выбранным нами углом

$$I_{\lambda} = A_b g_{eff} f_{\lambda 0} \int G_{\lambda 0}(T, n_e) n_e^2 dl$$