

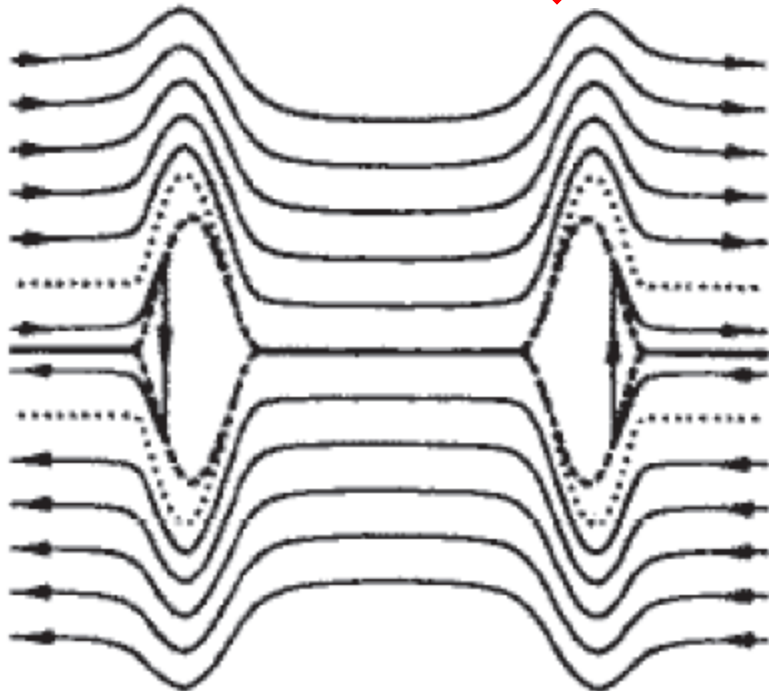
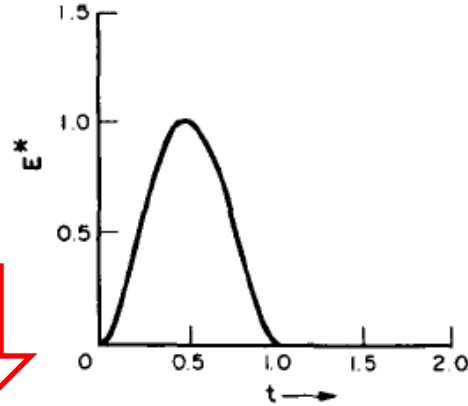
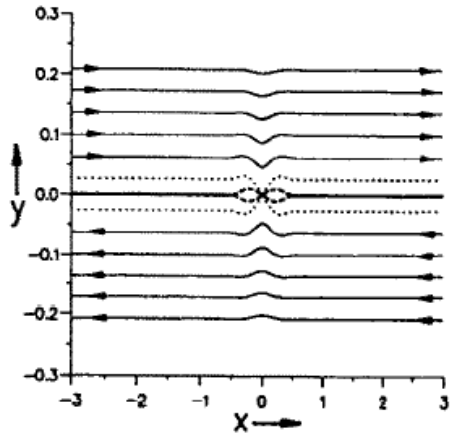
Резонансное ускорение ионов при торможении диполизационного фронта.

Антон Артемьев

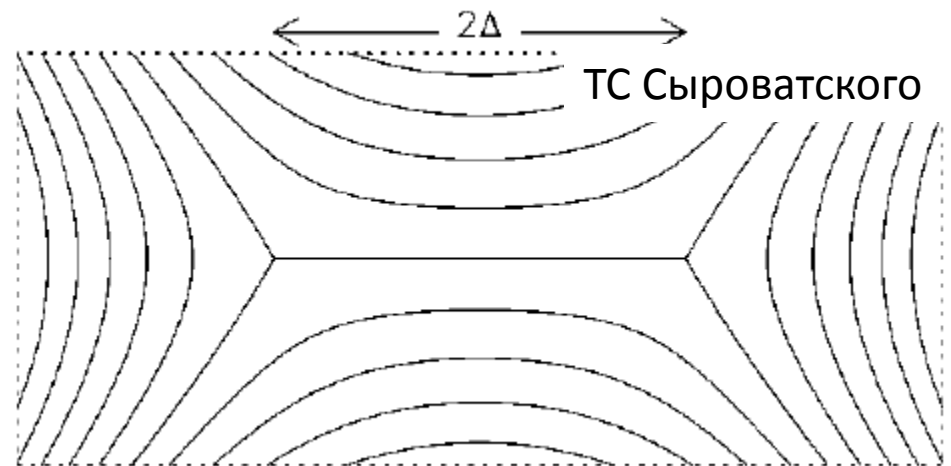


ИКИ РАН

Нестационарное пересоединение и формирование нелинейных волн

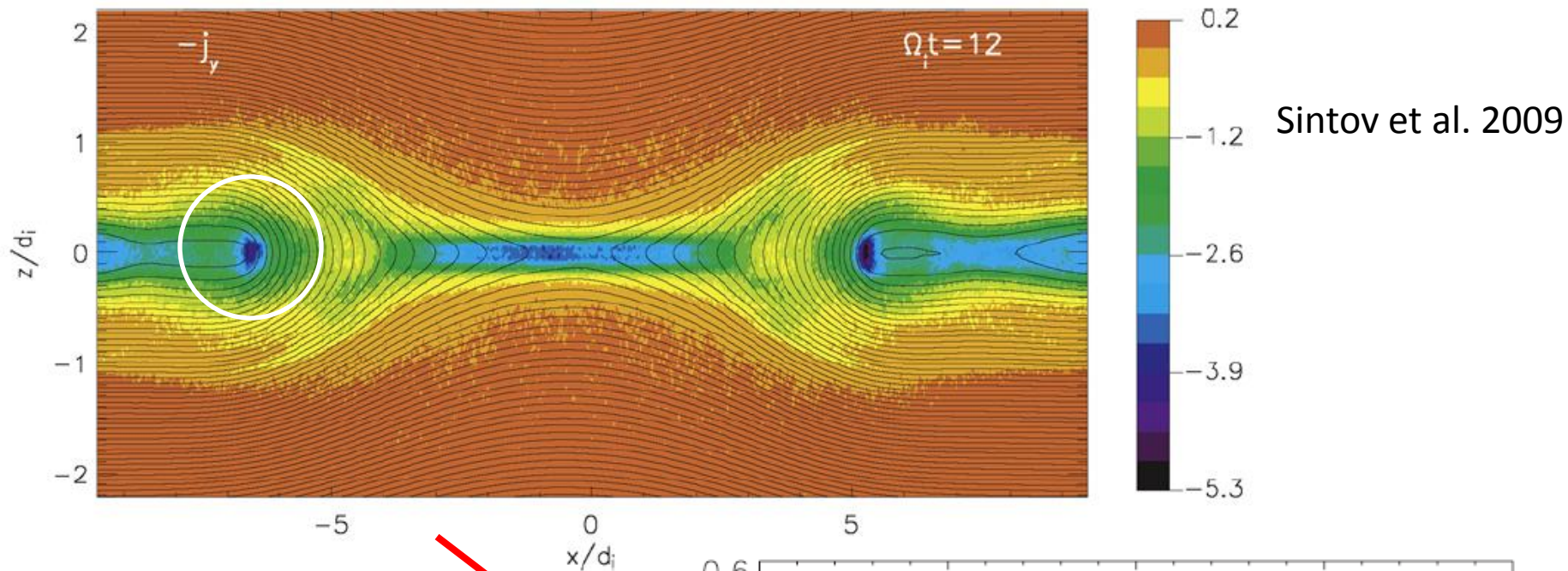


Формирование волн при пересоединении
слоя Сыроватского

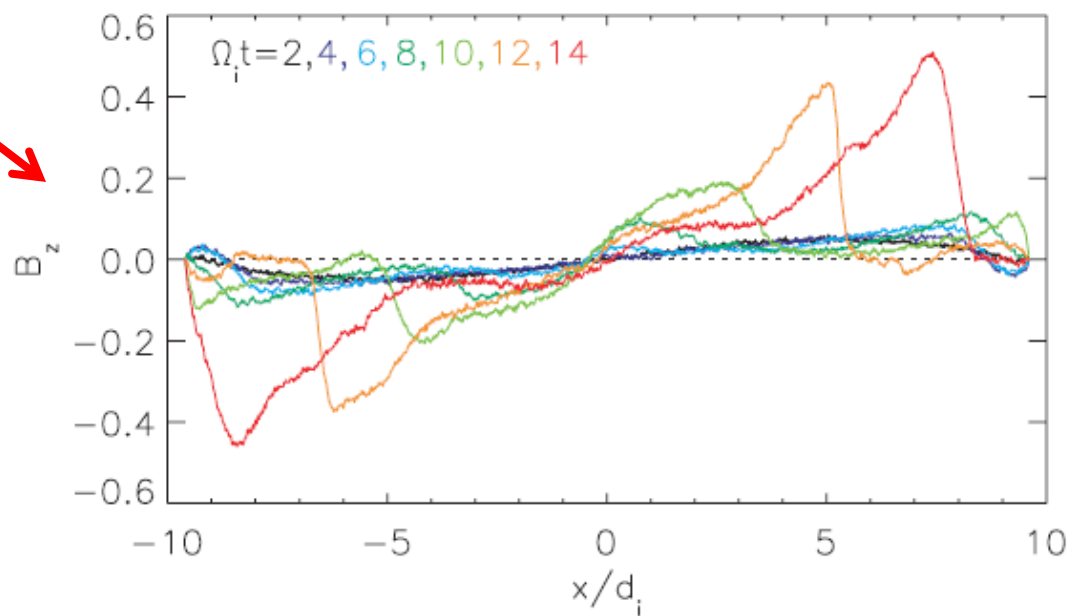


Longcope & Priest 2007

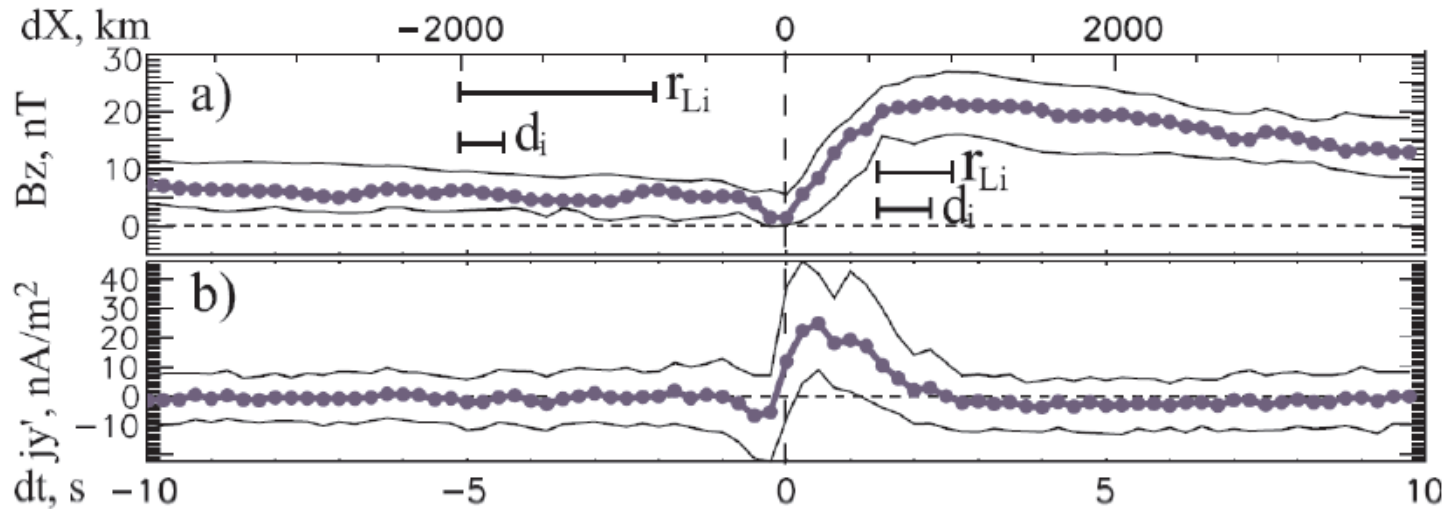
Кинетическое моделирование



Sintov et al. 2009

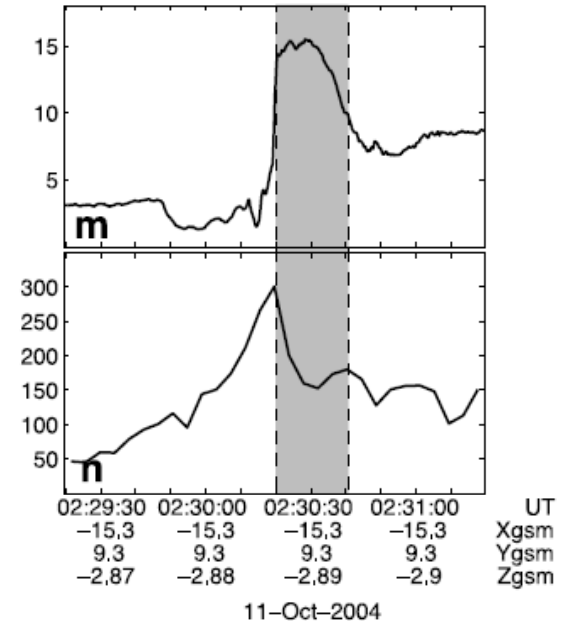
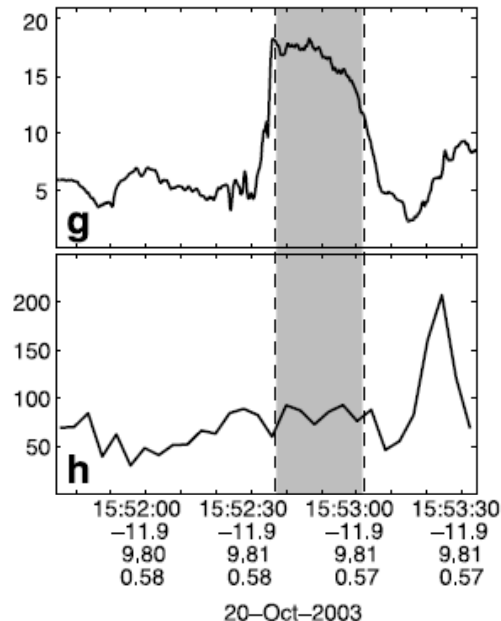
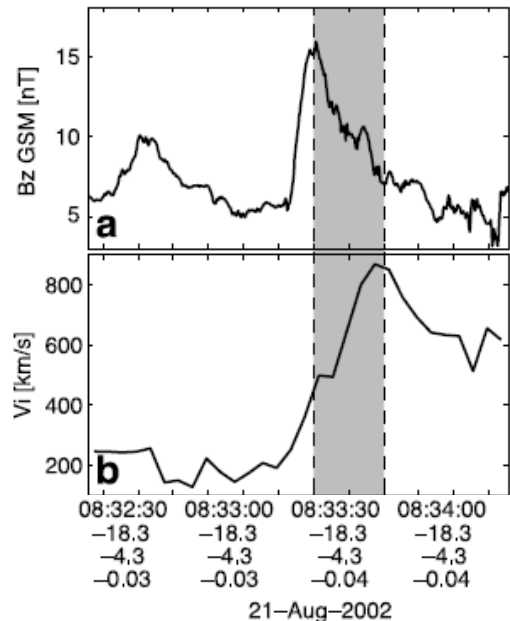


Масштабы и скорости распространения ДФ



Runov et al. 2011

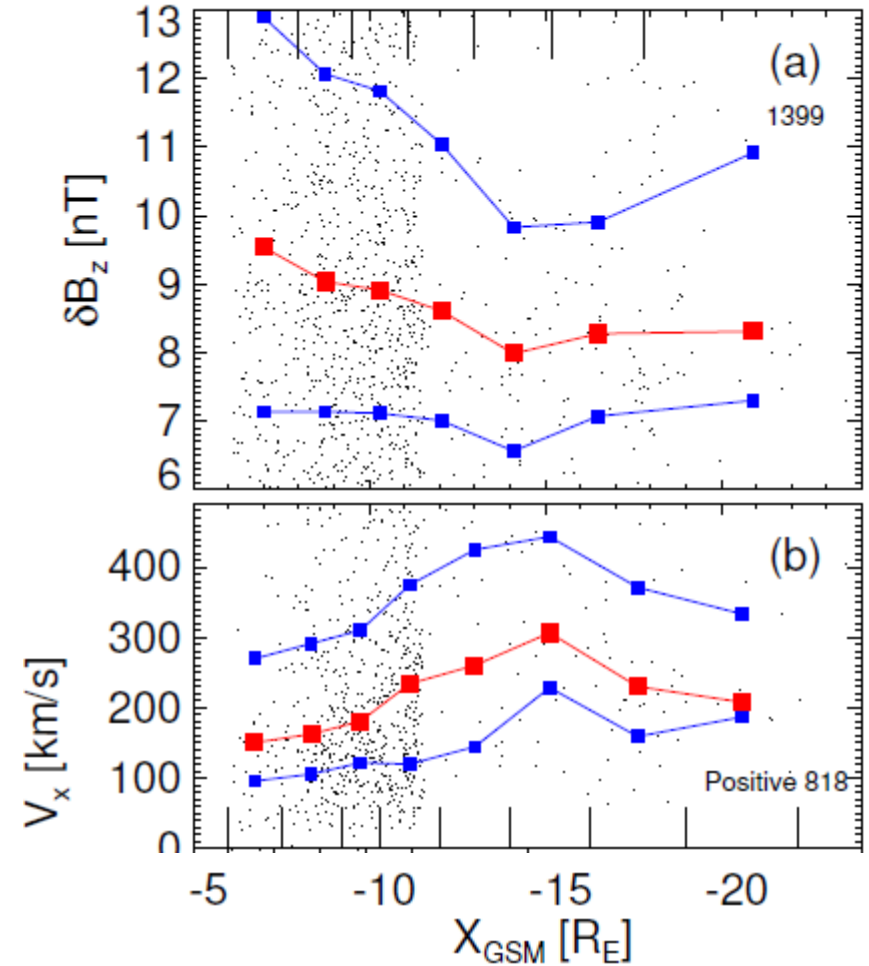
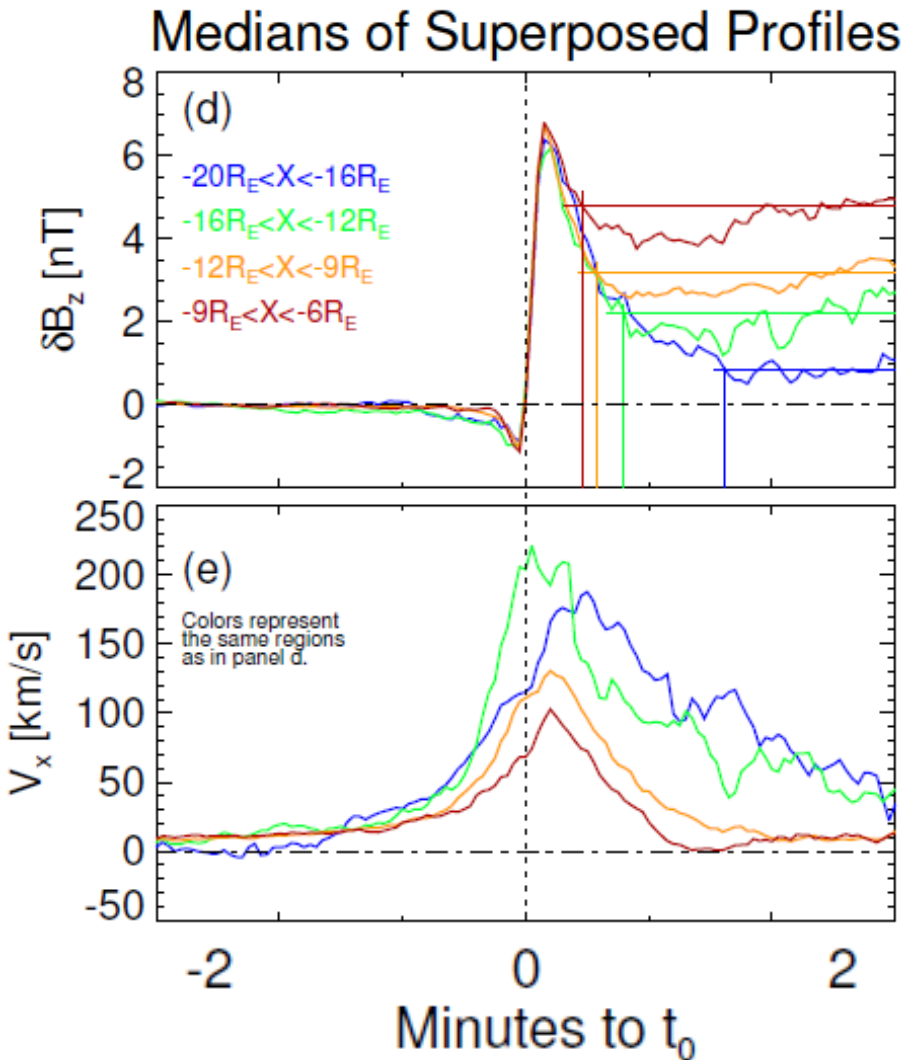
Fu et al. 2013



UT
Xgsm
Ygsm
Zgsm

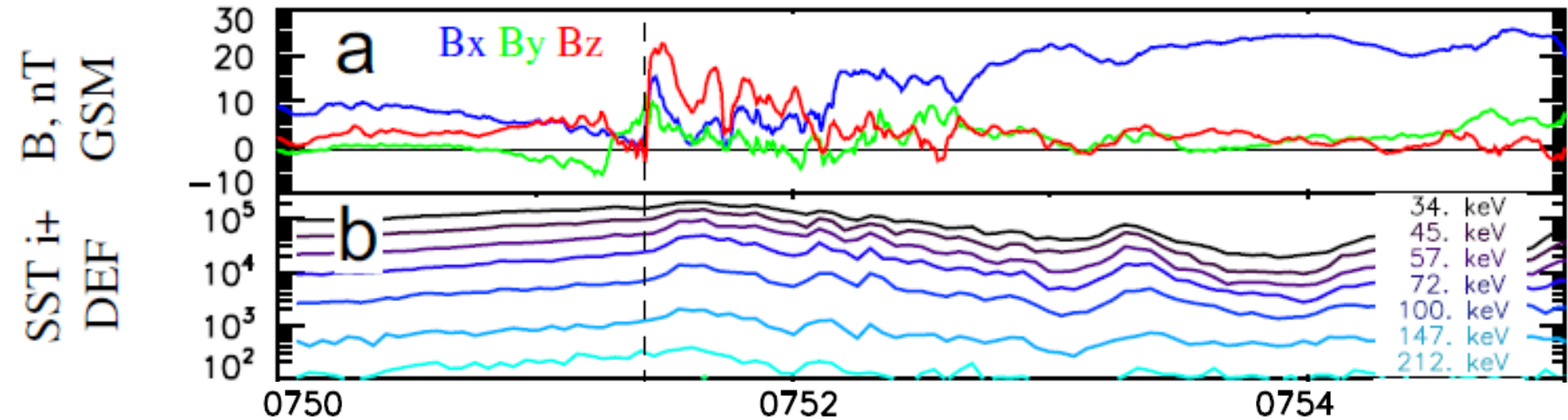
Торможение фронта

Peak Values



Liu et al. 2014

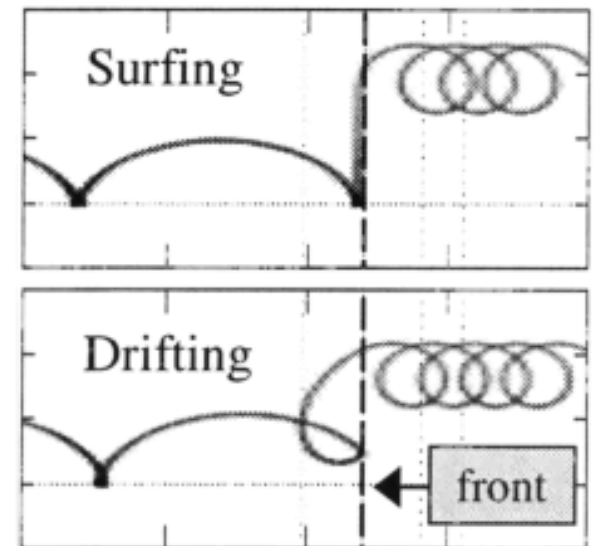
Ускорение ионов при взаимодействии с фронтом



Runov et al. 2011

Механизмы ускорения:

1. (квази)адиабатическое ускорение
2. ускорение при отражении от фронта
3. **резонансный захват**



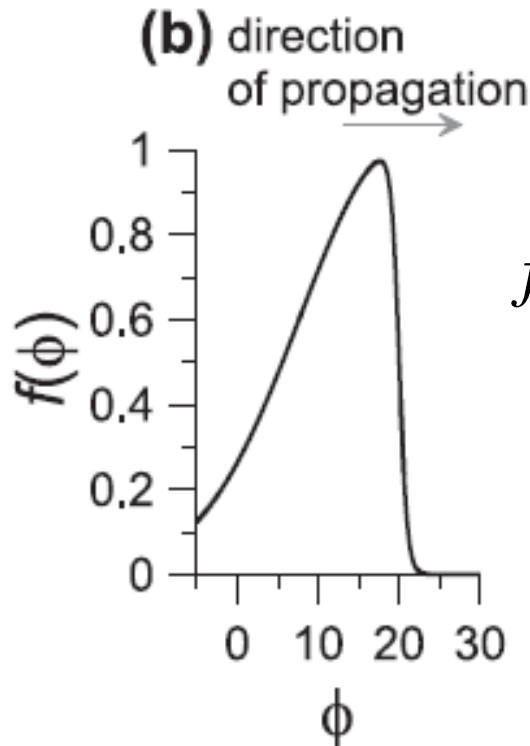
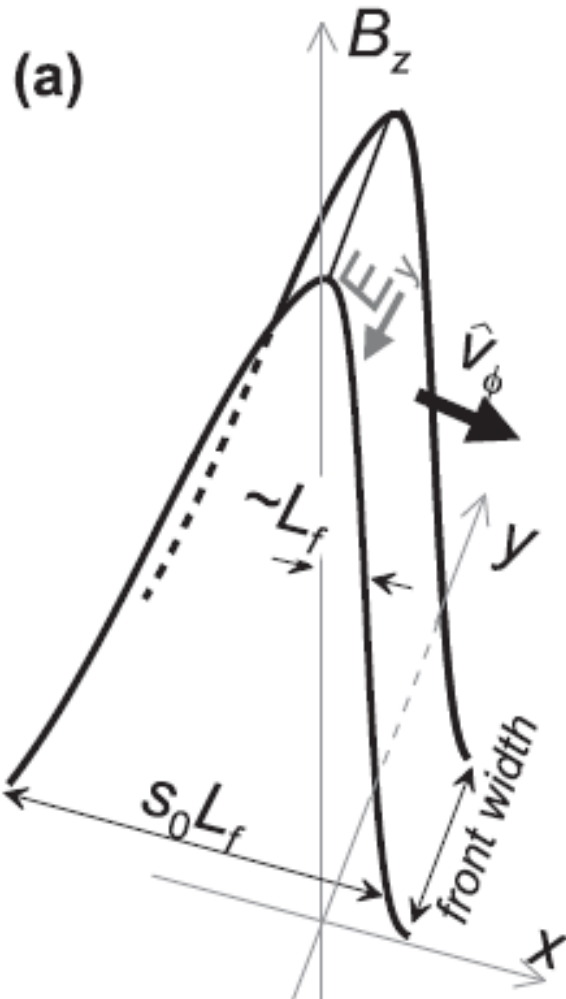
Shock Surfing vs. Shock Drift Acceleration

Edward L. Lever, Kevin B. Quest and Vitali D. Shapiro

Модель фронта

$$B_\delta \sim B_f f(\phi), \quad E_\delta \sim \hat{v}_\phi B_f f(\phi)$$

$$\hat{v}_\phi \sim v_\phi / l, \quad l \sim x^\alpha, \quad B_f \sim l^\sigma$$



$$f(\phi) = \frac{1}{2} (1 + \tanh(\phi)) e^{-\phi^2 / s_0}$$

$$\phi = \frac{1}{L_f} \int_{L_x}^x \ell(x' / L_x) dx' - \frac{v_\phi t}{L_f} + \phi_0$$

Движение частицы: резонанс

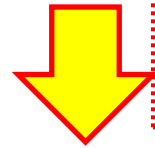
$$\begin{cases} \dot{v}_x = v_y (\Omega_0(x) + \Omega_f(x) f(\phi)) \\ \dot{v}_y = \hat{v}_\phi(x) \Omega_f(x) f(\phi) - v_x (\Omega_0(x) + \Omega_f(x) f(\phi)) \end{cases}$$

$$\Omega_0(x) = eB_{0z}(x) / mc$$

$$\Omega_f(x) = eB_f(x) / mc$$

$$\hat{v}_\phi(x) = v_\phi / \ell(x)$$

$$\ell \sim x^\alpha, B_f \sim \ell^\sigma$$



$$\dot{\phi} = 0 \Rightarrow v_x \approx \hat{v}_\phi(x)$$

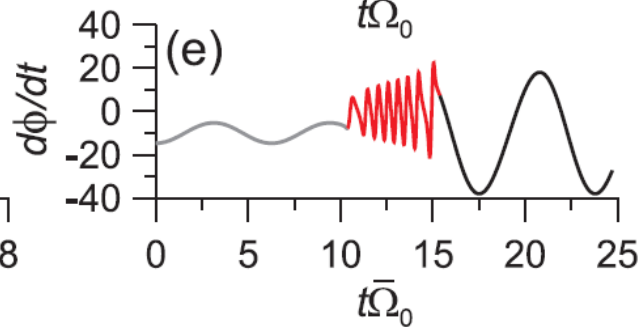
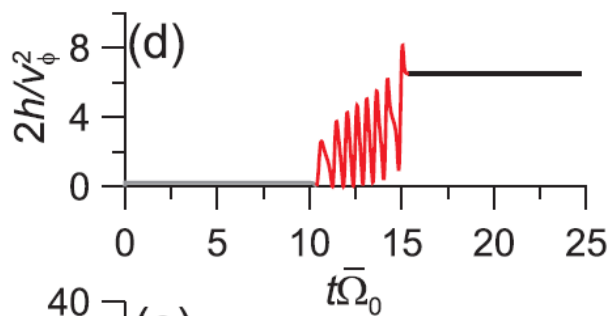
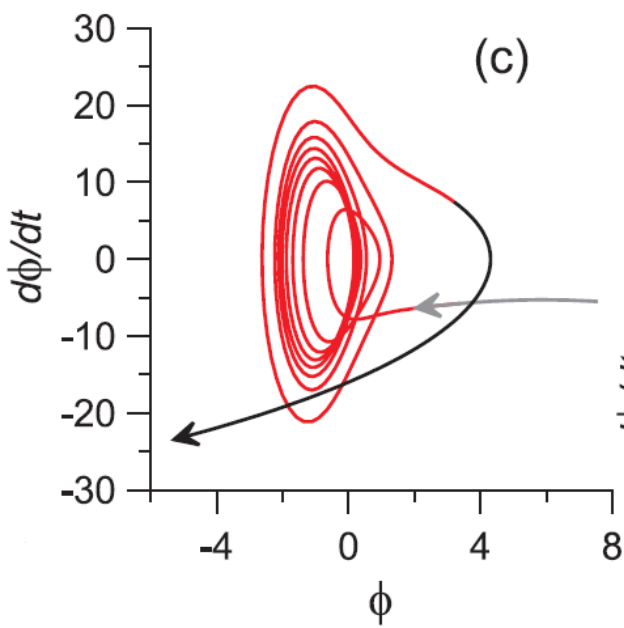
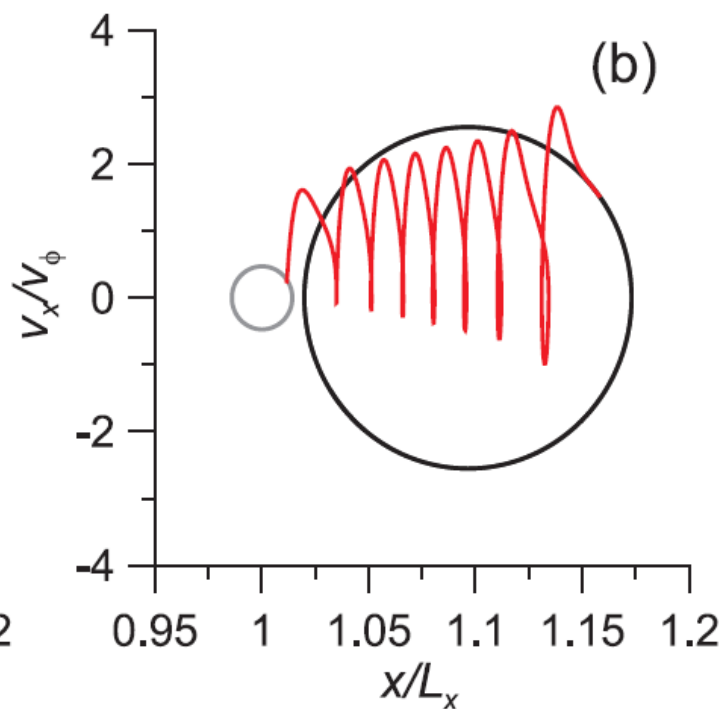
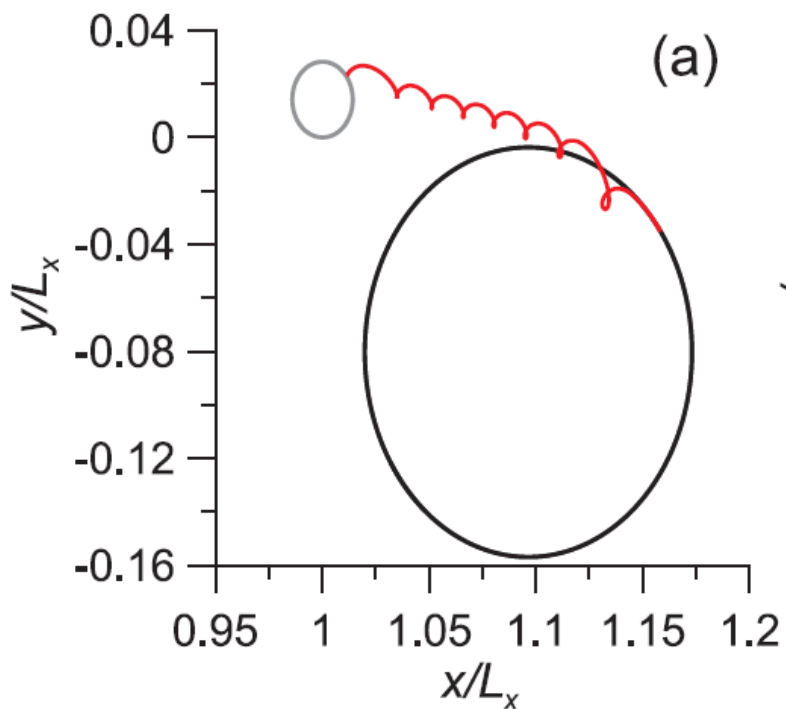
$$\begin{cases} \hat{v}_\phi \frac{d\hat{v}_\phi}{dx} = v_y (\Omega_0 + \Omega_f f(\phi)) \\ \dot{v}_y = -\Omega_0(x) \hat{v}_\phi \end{cases}$$

$$\max |v_y / v_\phi| < r^{-\alpha / (1 + \alpha + \sigma\alpha)} h(\alpha, \sigma)$$

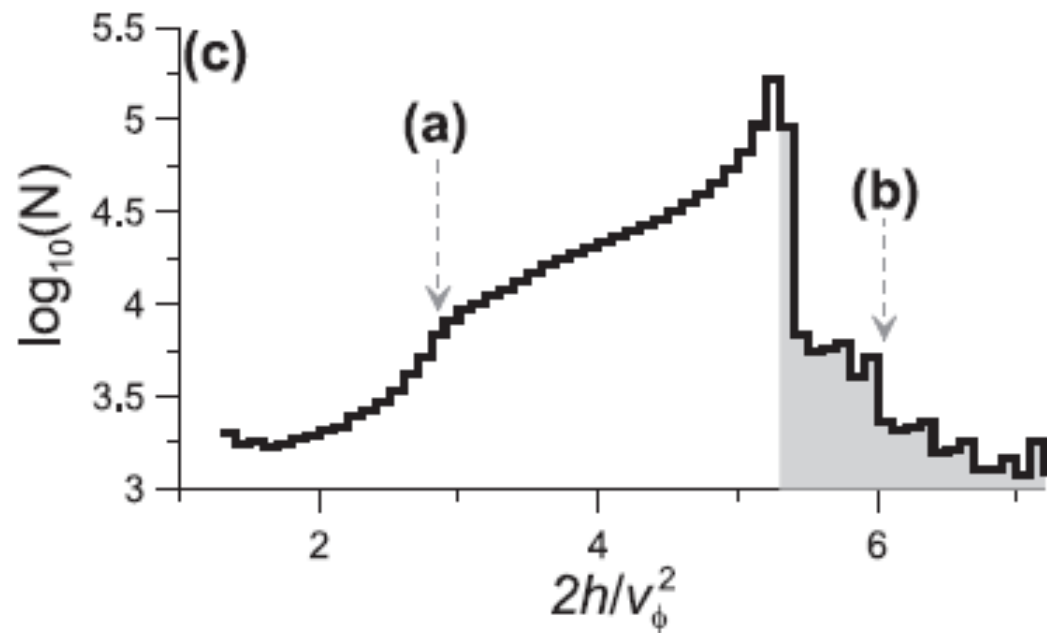
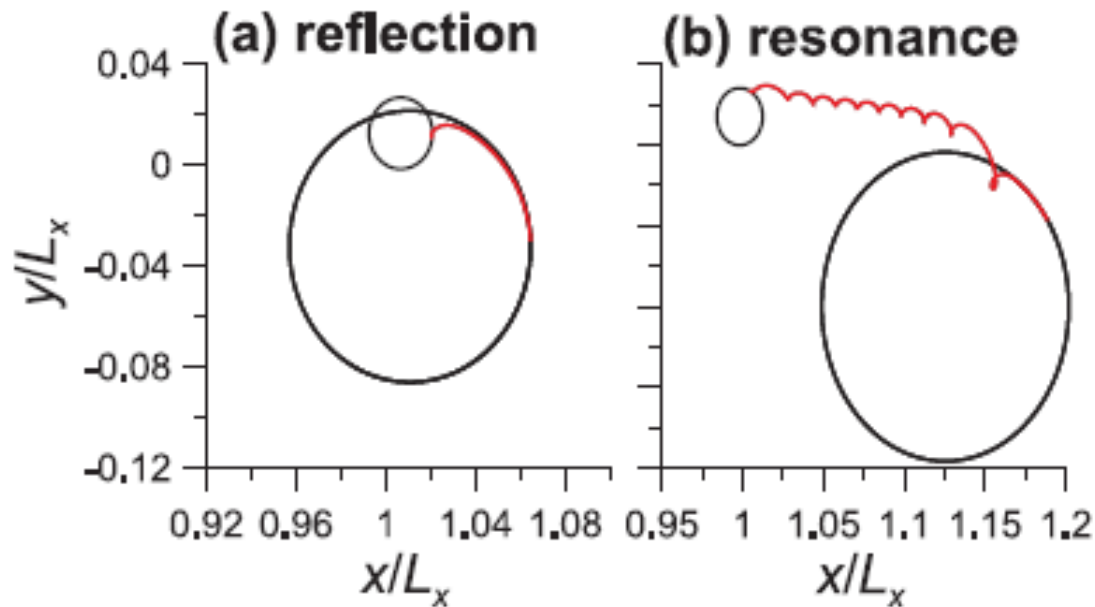
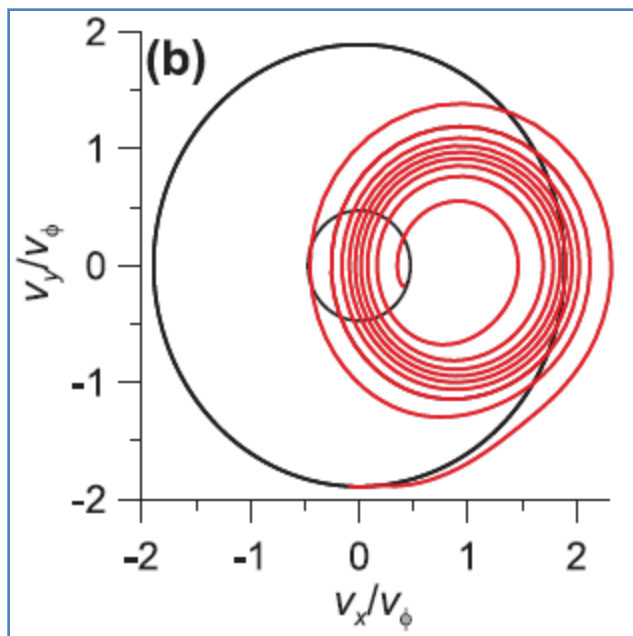
$$r = v_\phi / (\bar{\Omega}_0 L_x)$$

~ 1

Траектория резонансной частицы



Отражение и резонансное ускорение



Выводы:

При торможении диполизационного фронта в хвосте земной магнитосферы может реализовываться резонансный режим ускорения ионов.

Ускорение происходит за счёт синхронизации отражения частиц от фронта и замедления фронта. При этом частица находится длительное время в окрестности фронта, то есть имеет место захват частицы фронтом.

Режим резонансного ускорения позволяет частицам набрать энергию порядка нескольких десятков кэВ в условиях хвоста магнитосферы.

