

3-я Международная конференция
«Субмиллиметровая и миллиметровая
астрономия: цели и инструменты»
АКЦ ФИАН, 14 – 16 апреля 2025 г.

Динамо во внегалактических струях



Д.Д.Соколов

Е.В.Юшков

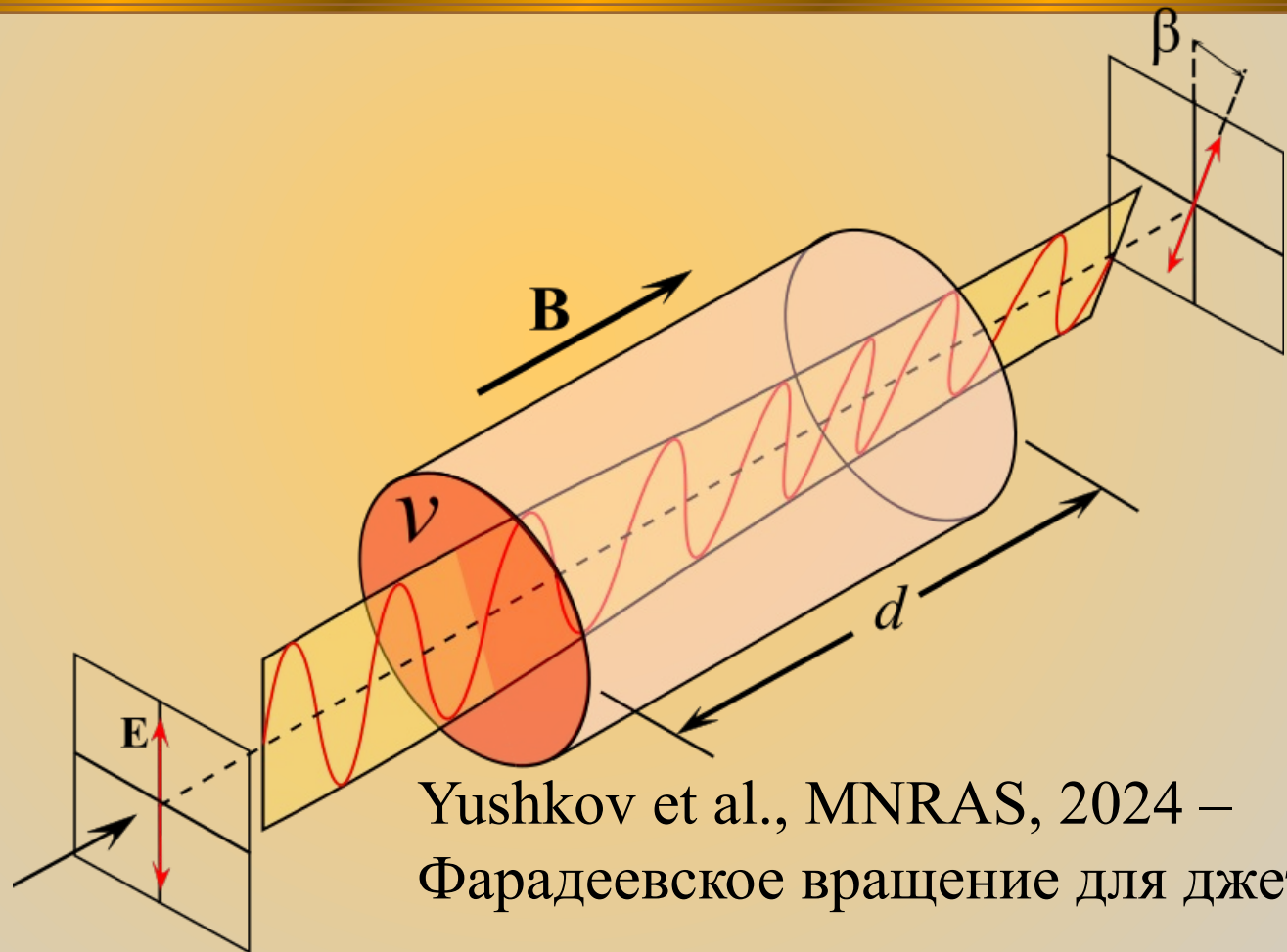
МГУ

Пащенко И.Н.

АКЦ ФИАН

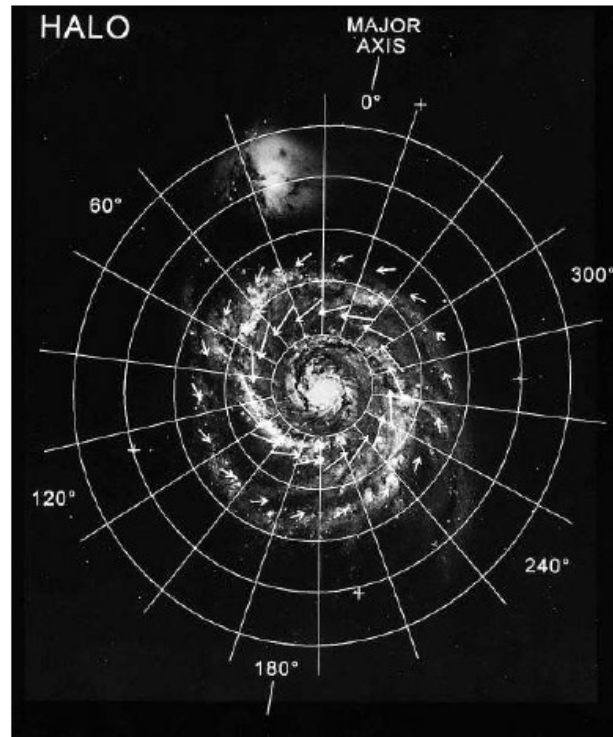
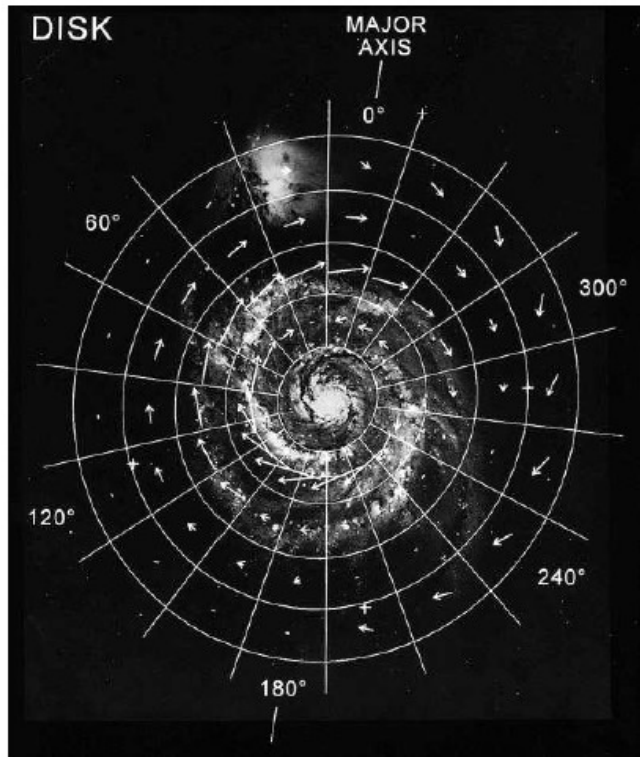
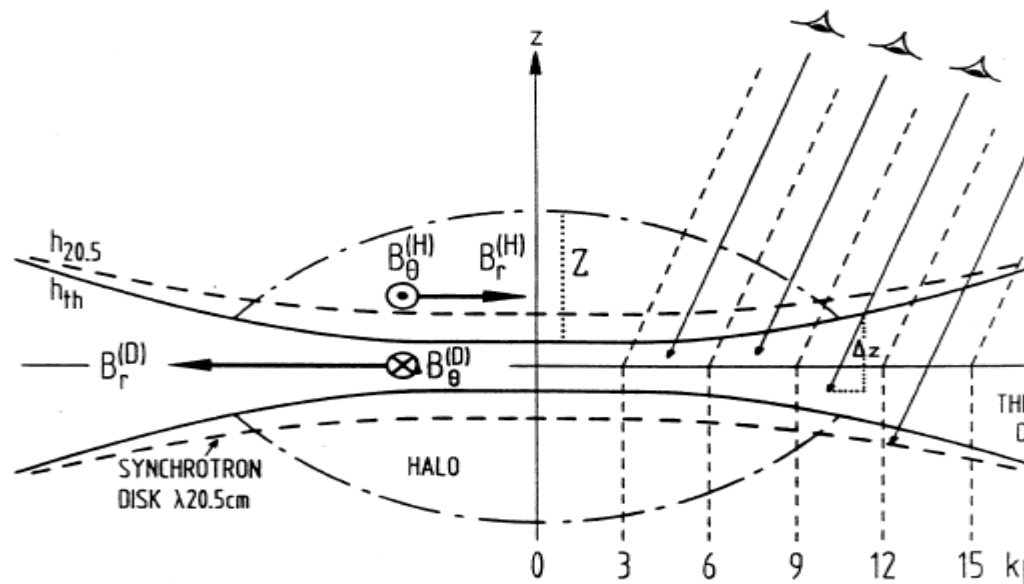


В галактических джетах есть магнитное поле
Оно похоже на проволоку, навивающуюся на джет



Yushkov et al., MNRAS, 2024 –
Фарадеевское вращение для джетов

Магнитное поле есть и в дисках галактик





*В дисках галактик оно
формируется *in situ* -- просто
больше не откуда*

В джетах оно может вытекать
вместе с веществом из
центрального объекта, но
далее оно как-то
перерабатывается джетом.



*В дисках азимутальное из
радиального дифф. вращением
обратный процесс – альфа
эффект.*

Это сложный и тонкий эффект,
связанный с зеркальной
асимметрией задачи



*В струе все гораздо проще.
Восстановление за счет того, что
диффузия вектора не то же, что
дифф. скаляра.*

Пономаренко, 1973

Если в этой области науки есть
какие-нибудь твердо
установленные факты, то это
динамо Пономаренко. Изучено в
контексте динамо экспериментов.



*Математика сводится к
такой спектральной задаче.*

$$\gamma H_r + i(m\Omega + kV_z) H_r = R_m^{-1} \left\{ \left[\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{d}{dr} \right) - \frac{m^2 + 1}{r^2} - k^2 \right] H_r - \frac{2im}{r^2} H_\phi \right\}, \quad (4)$$

$$\gamma H_\phi + i(m\Omega + kV_z) H_\phi = r \frac{d\Omega}{dr} H_r + R_m^{-1} \left\{ \left[\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{d}{dr} \right) - \frac{m^2 + 1}{r^2} - k^2 \right] H_\phi + \frac{2im}{r^2} H_r \right\}, \quad (5)$$

$$\gamma H_z + i(m\Omega + kV_z) H_z = \frac{dV_z}{dr} H_r + R_m^{-1} \left\{ \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{d}{dr} \right) - \frac{m^2}{r^2} - k^2 \right\} H_z. \quad (6)$$



Задача громоздкая, но вполне поддающаяся исследованию
Ruzmaikin, Sokoloff, Shukurov, JFM , 1988



$Rm = 3 (R/l)(V/v) \approx 100$
Проще, когда $\Omega/V = \text{const}$



Скорость роста $V/R Rm^{-1/2}$

Толщина слоя магнитного поля



$R Rm^{-1/2}$,

Степень закрутки $m/k = -1$



*Локализация оболочки –
зависит от деталей
строения джета. Может
быть как на оси, так и вне
нее.*

Степень коллимированности – на
протяжении того участка, где
поле растёт в e раз радиус джета
не должен сильно меняться



ВЫВОДЫ

*Вполне вписывается в
ожидания. Помогает
коллимации джета.*



Вполне можно сравнивать с
наблюдениями