

# Radial motions and radial gas flows in local spiral galaxies

ENRICO M. DI TEODORO<sup>1,2</sup> AND J. E. G. PEEK<sup>2,1</sup>

ArXiv:2110.01618  
ApJ Accepted

Хорошее введение со свежими ссылками на проблему аккреции:

*According to simulations, gas accretion occurs mostly through the **cold mode** in **low mass** galaxies and at **high redshifts**, while the **hot mode** prevails in **more massive** systems and at **low redshift**.*

*Поскольку космологическая аккреция ожидается, преимущественно, во внешних областях – газ должен эффективно переноситься в центральный диск*

observed by some of the best available HI surveys, including The HI nearby Galaxy Survey (**THINGS**, Walter et al. 2008), the Hydrogen Accretion in LOcal GALaxieS survey (**HALOGAS**, Heald et al. 2011), the Local Volume HI Survey (**LVHIS**, Koribalski et al. 2018), the Westerbork survey of neutral Hydrogen in Irregular and SPiral galaxies (**WHISP**, van der Hulst et al. 2001), the Very Large Array (VLA) Imaging of Virgo in Atomic gas survey (**VIVA**, Chung et al. 2009), the **ATLAS<sup>3D</sup>** HI survey (Serra et al. 2012) and the HI eXtreme galaxy survey (**HIX**, Lutz et al. 2017). Our sample was chosen on the

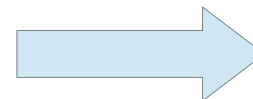
Критерии:

$V_{rot} > 100$  km/s

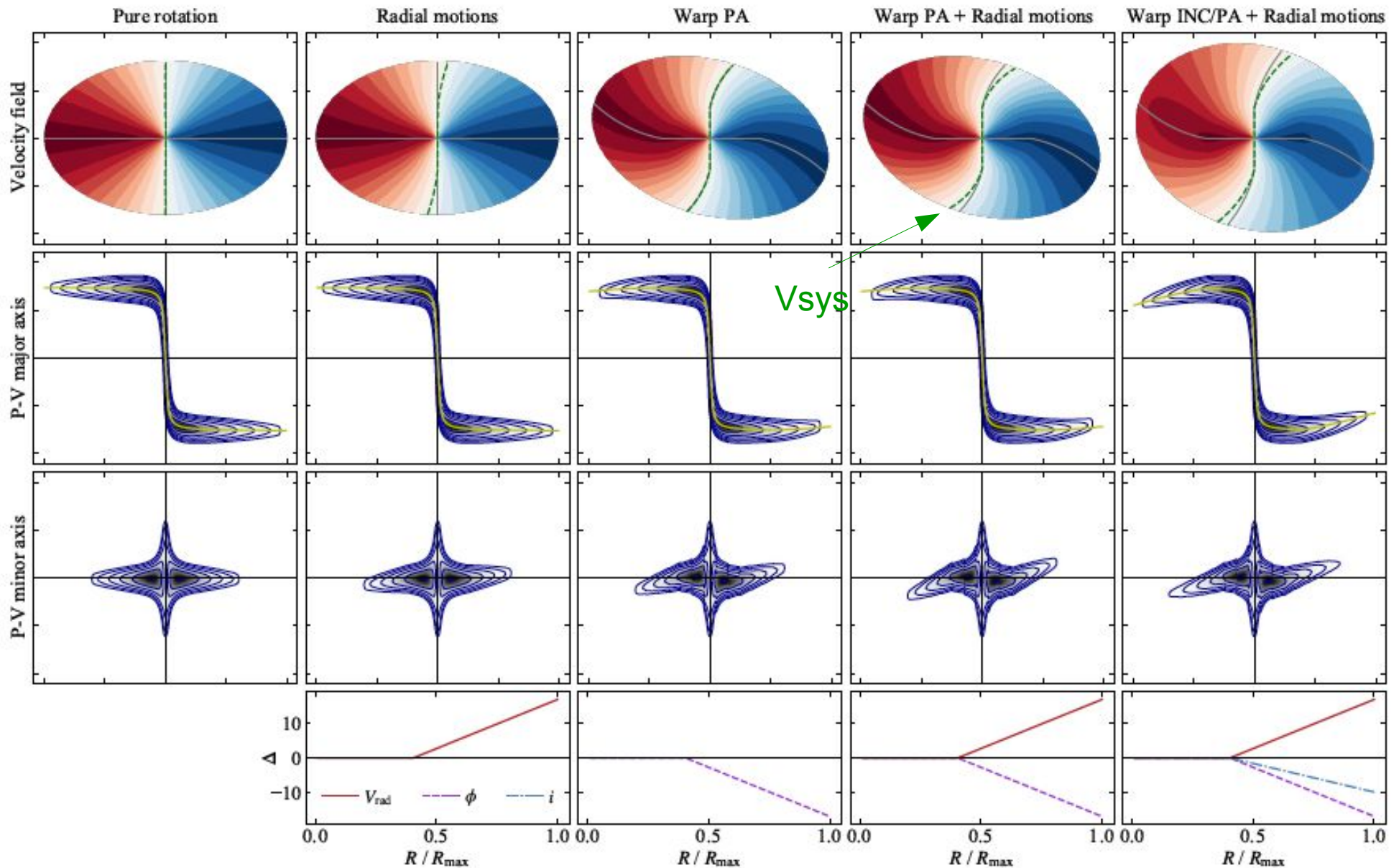
$Dens\ HI > 5 \times 10^{-19}$  cm<sup>2</sup>

>15 spatial res. elements

$30 < i < 80$



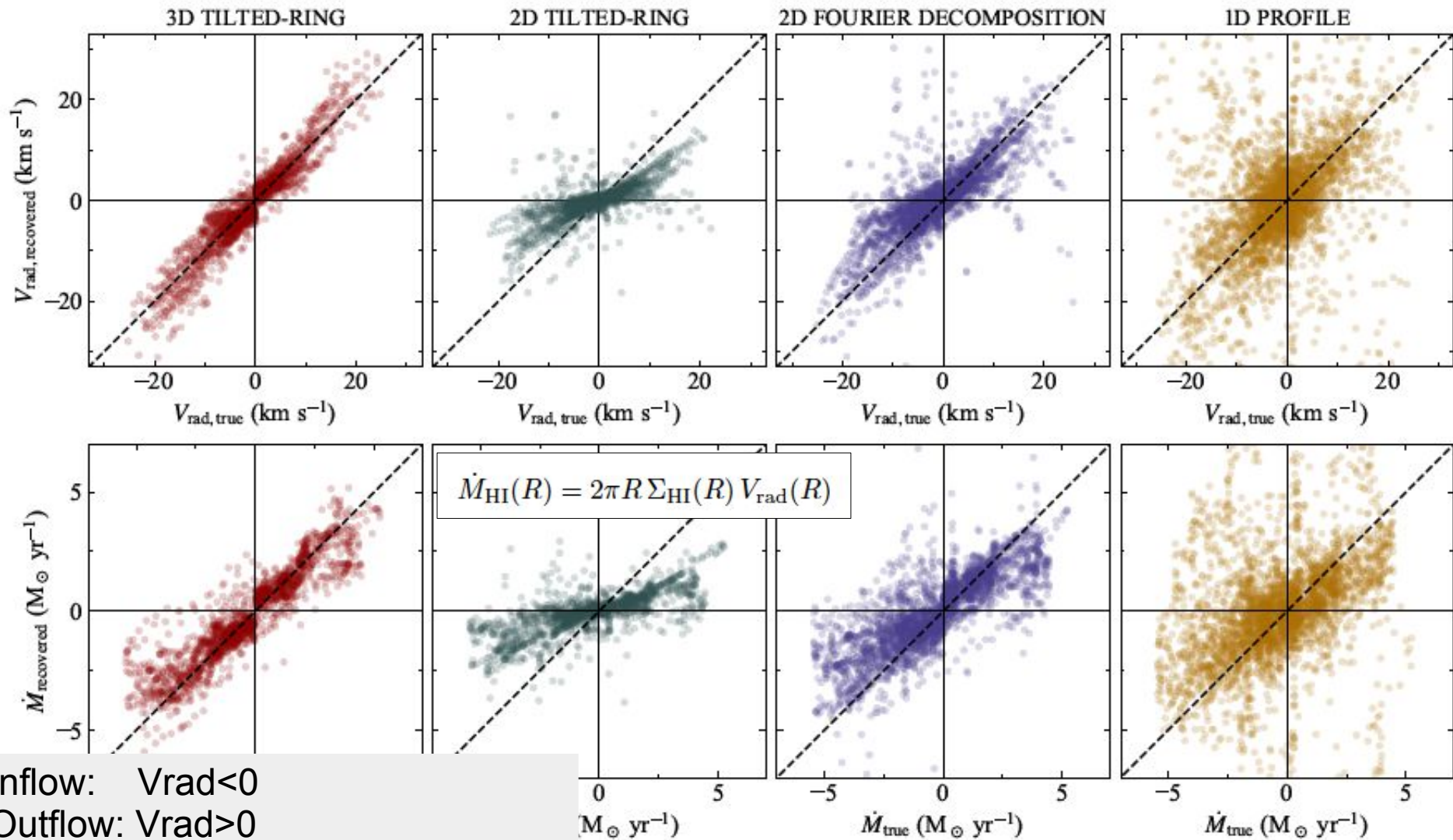
**54** S0-Sc  
D < 40 Mpc  
 $9 < \log(M^*) < 11$



$V_{\text{los}}$  given by (e.g., Begeman 1987):

$$V_{\text{los}} = V_{\text{sys}} + (V_{\text{rot}} \cos \theta + V_{\text{rad}} \sin \theta) \sin i$$

В отличие от изгибов, радиальные движения смещают контур, соответствующей системной скорости от малой кинематической оси



Inflow:  $V_{\text{rad}} < 0$

Outflow:  $V_{\text{rad}} > 0$

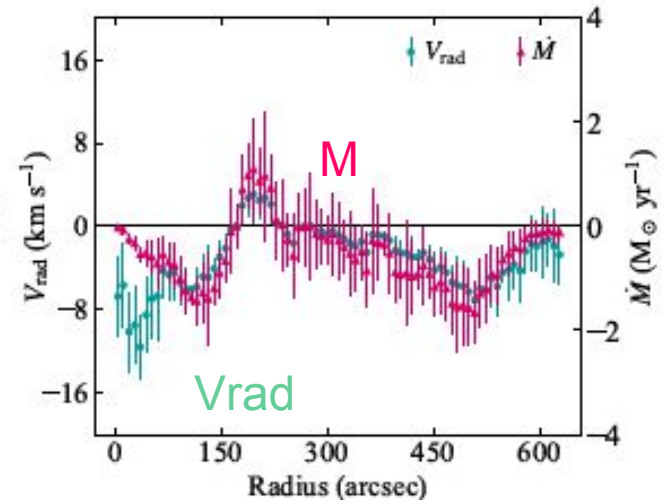
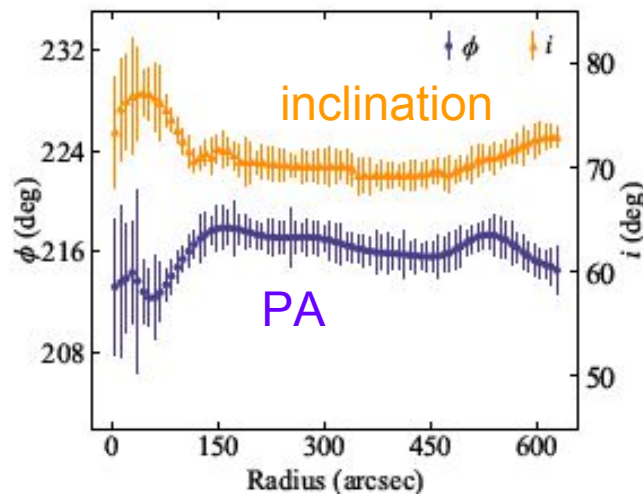
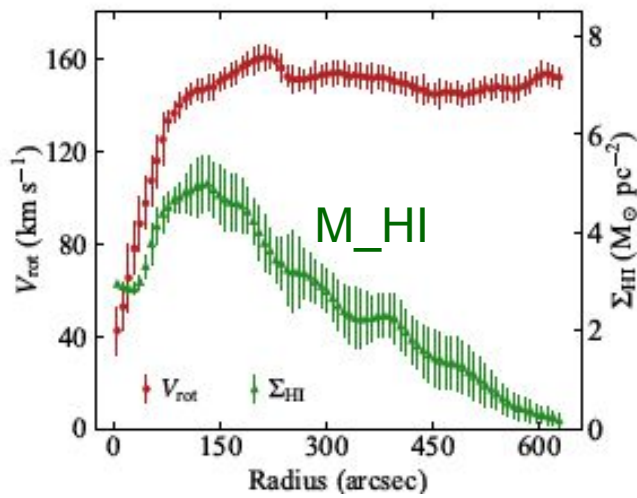
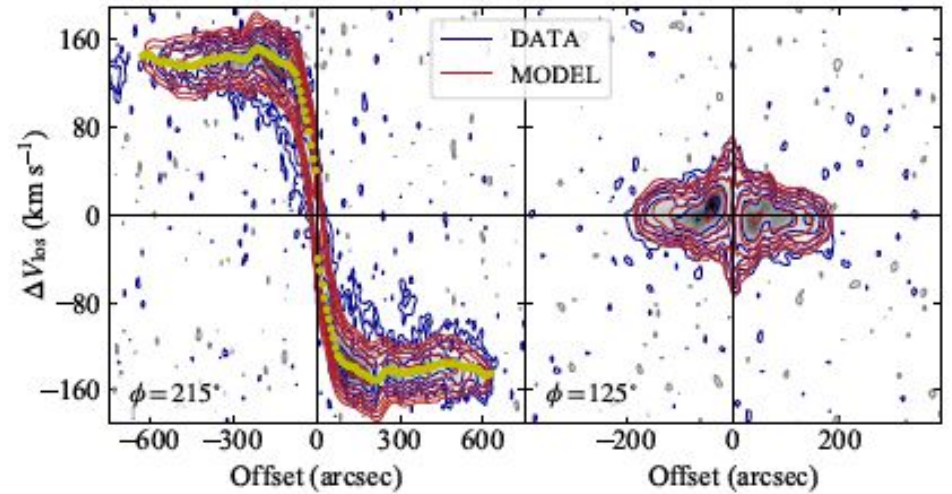
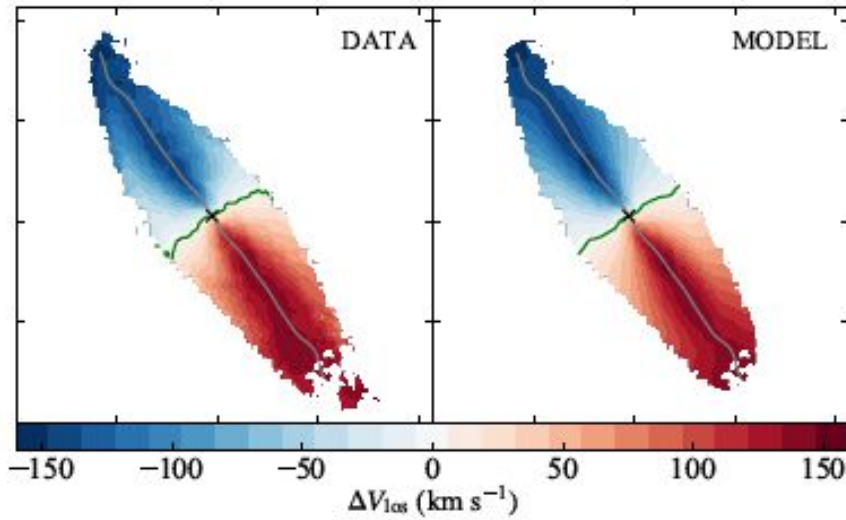
Определяли по закрутке рукавов

51/54 – без 3 S0

Methods to derive radial velocities (top) and mass flows (bottom) in simulated galaxies using the 3D BAROLO method (Section 3.2); in green and blue, a classical 2D tilted-ring model (Begeman 1987) and a Fourier decomposition technique (Schmidt et al. 2016) applied to the velocity field, respectively; in gold, the average 1D profile along the major axis.

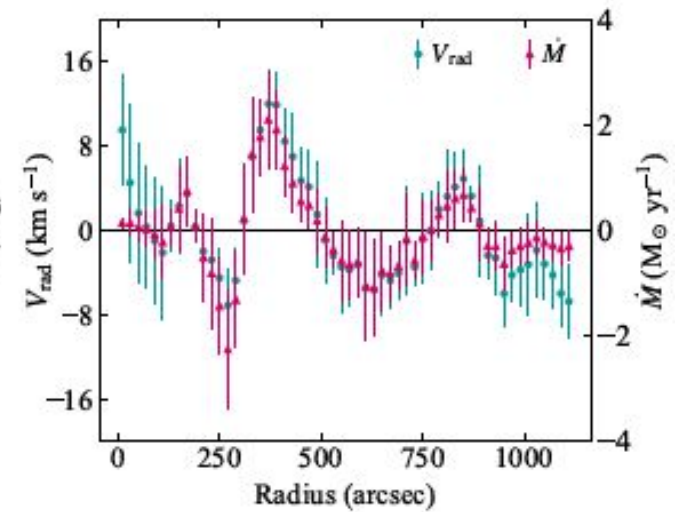
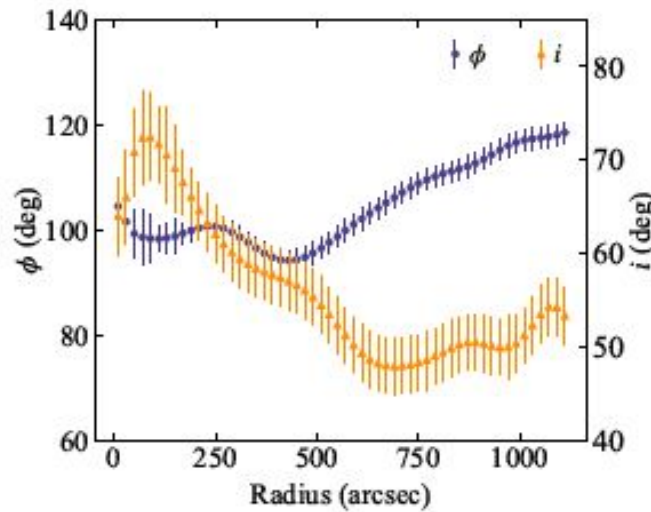
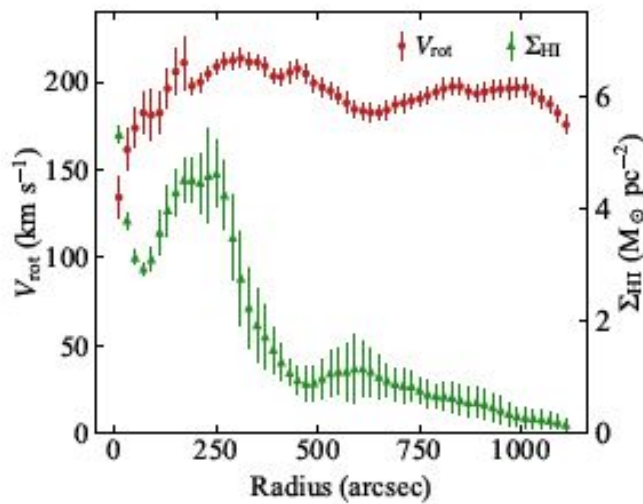
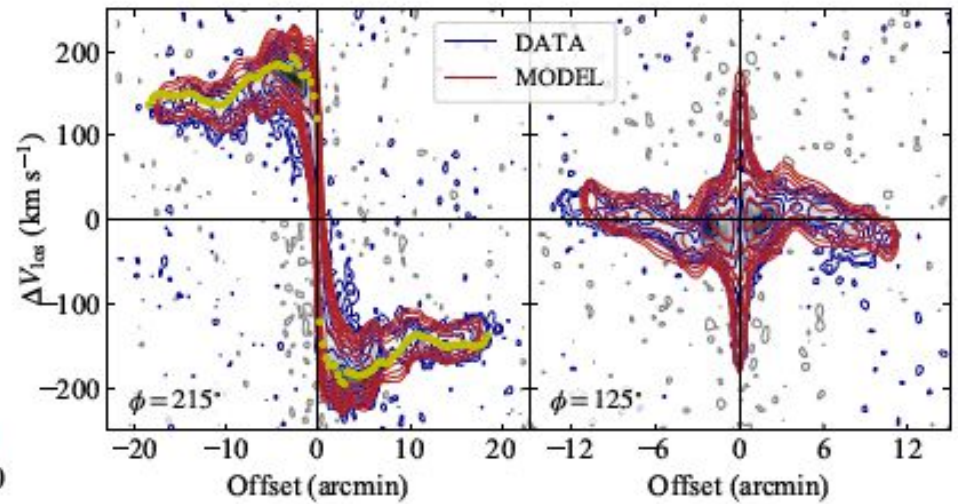
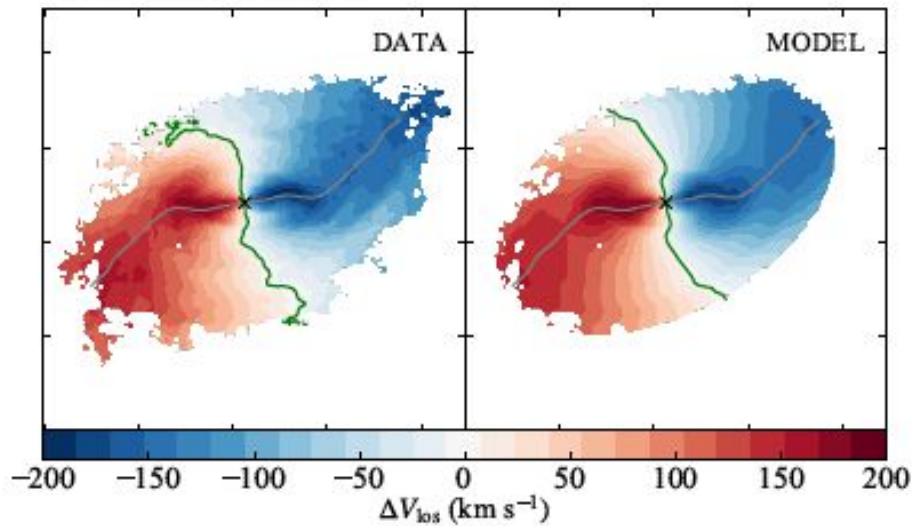
Анализ – <sup>3D</sup>BAROLO, в два этапа, с фиксацией RC и изгибов  
 Проверка – на 100 разнообразных моделях  
 (GALMOD task in <sup>3D</sup>BAROLO)

NGC3198 (HALOGAS)



# Strong warp

NGC5055 (HALOGAS)



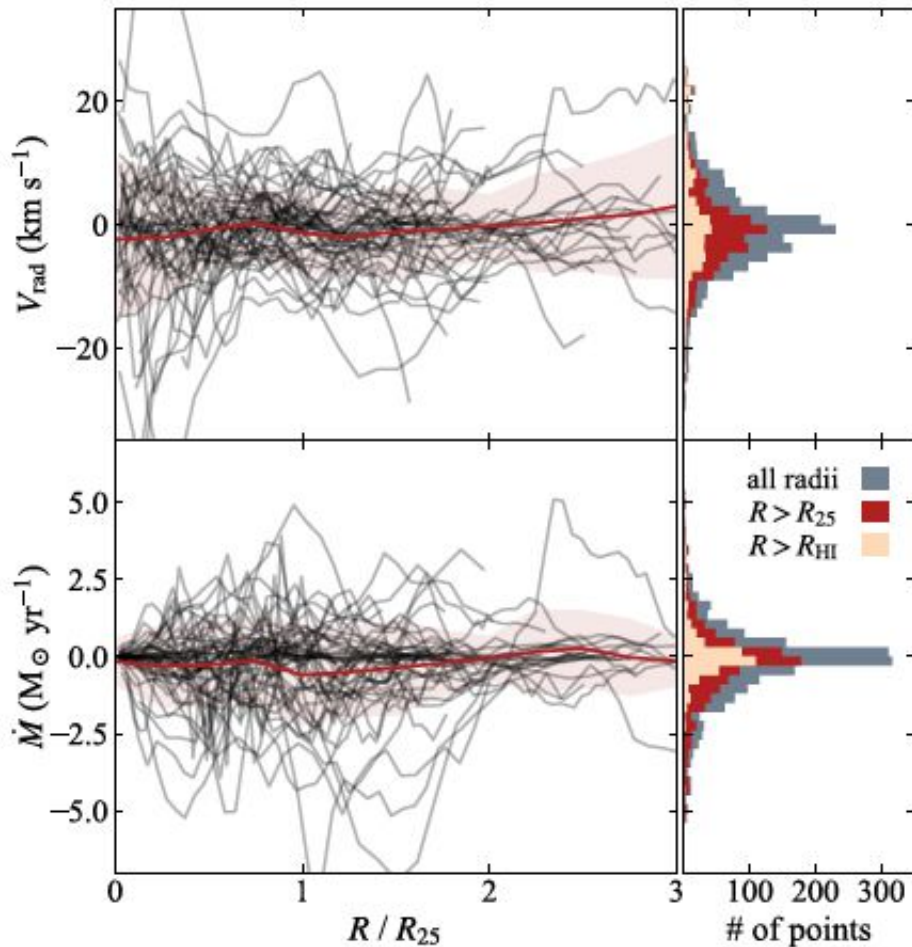


Figure 5. Gas flow radial profiles for the 54 analysed in this work. Radial velocities and gas mass flow rates are shown in top and bottom panels, respectively. The red thick line and shadow region denote the average and standard deviation across the entire sample. Negative (positive) values mean inflow (outflow). Histograms on the left show the cor-

*Работает много факторов:  
Аккреция, вязкость, движения в баре,  
спиральных рукавах и, вообще, под  
действием гравитационного  
возмущения...*

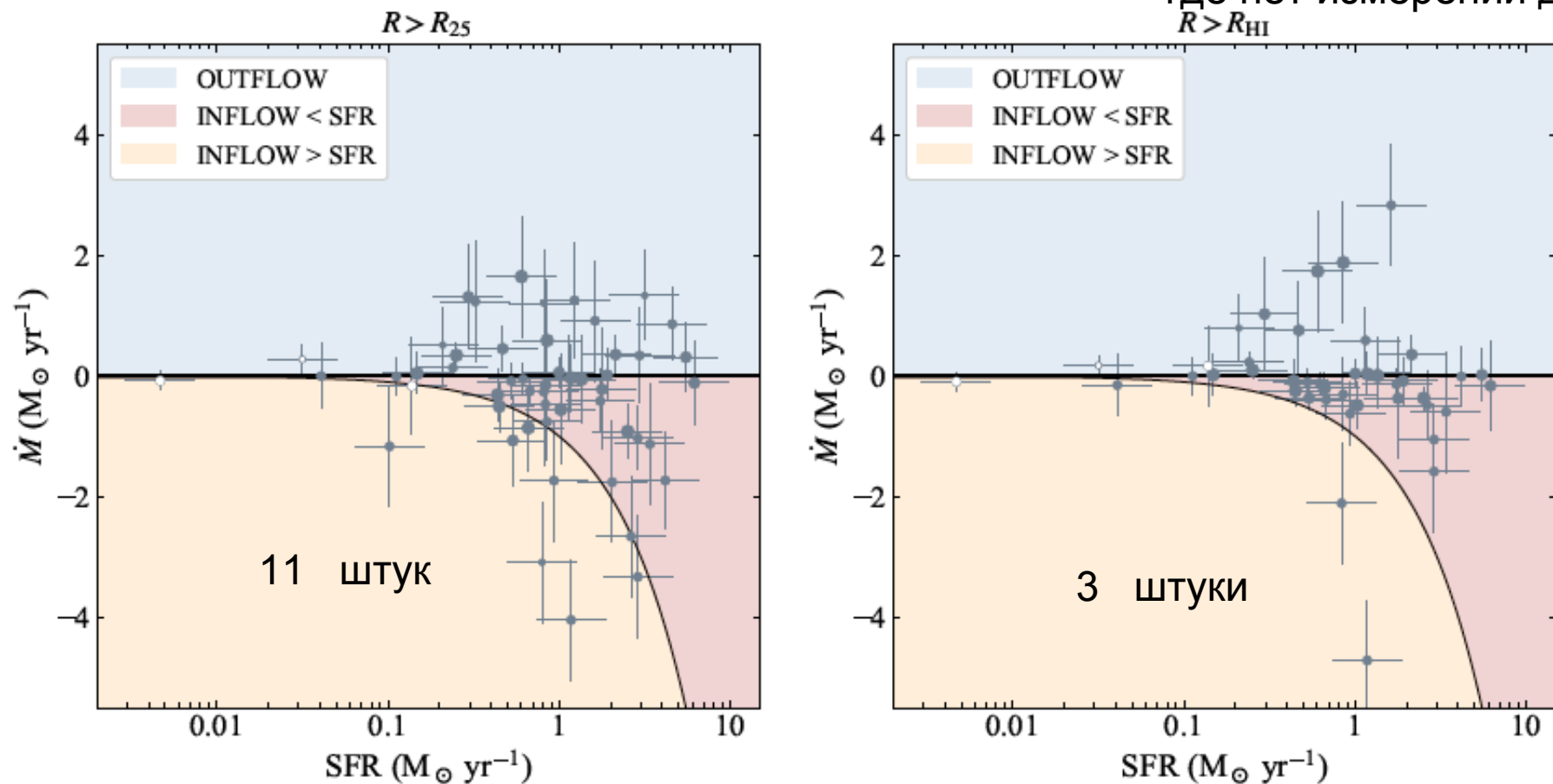
Наиболее мощные отклонения:  
- сильные баре (N3351, N4725)  
- сильные спирали (N3031, N3992)

$R_{\text{HI}}$  is the radius at which the HI surface density drops below  $1 M_{\odot} \text{pc}^{-2}$  ( $R_{\text{HI}} > R_{25}$  for all galaxies in our sample with disks more extended than  $R_{\text{HI}}$ ). The mean

Therefore, we conclude that **spiral galaxies in the local Universe do not seem to have any systematic radial gas inflow/outflow** in their outer disks.

(но мне видится легкий тренд внешних областей в сторону inflow)

Убрали 11 галактик  
где нет измерений до  $R_{\text{HI}}$



**Figure 6.** Comparison between average mass flow rates  $\langle \dot{M} \rangle$  and star formation rates SFRs for our 54 galaxies. The average  $\langle \dot{M} \rangle$  is calculated for  $R > R_{25}$  (left) and for  $R > R_{\text{HI}}$  (right). We indicate in blue the region where  $\dot{M} > 0$ , in red the region where  $\dot{M} < 0$  and  $|\dot{M}| < \text{SFR}$ , and in yellow the region where  $\dot{M} < 0$  and  $|\dot{M}| > \text{SFR}$ . The size of points is proportional to the goodness of the best-fit kinematical model, with bigger points indicating more robust models. The three white points denote the three galaxies for which we could not infer the rotation direction and for which  $\langle \dot{M} \rangle$  might have opposite sign.

Наибольшие потоки (обоих знаков) в галактиках с происходящими или прошлым взаимодействием: N5033, 3621, 4651)

Средний темп течений газа, пусть и отрицательный, но, как не считай, на два порядка ниже, чем  $\langle \text{SFR} \rangle$ :

И только в половине галактик

The mean mass flow rate over the entire sample is  $-0.3 \pm 0.9 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$  (median  $-0.1 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ ) for  $R > R_{25}$  and  $-0.1 \pm 0.7 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$  (median  $-0.1 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ ) for  $R > R_{\text{HI}}$ . If we only consider galaxies with inflows, the mean mass flow rate is  $-0.8 \pm 0.8 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$  (median  $-0.4 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ ) for  $R > R_{25}$  and  $-0.6 \pm 0.7 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$  (median  $-0.3 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ ) for  $R > R_{\text{HI}}$ . These values are at

Проблемы модели:

- она симметричная и в кинематике и в распределении плотности
- не всегда работает круговое приближение
- используется постоянная школа высот, без учета flaring и вертикальных движений

НО считают, что это привело бы просто к разбросу оценок. Кроме того, локальные эффекты (бары, спирали) хорошо видны

Основной посыл статьи:

Модели радиальной аккреции предсказывает более мощные потоки, особенно, во внешних областях (до 10-15 км/с)

Возможно – в локальных дисковых галактиках более важно вертикальные падения или же взаимодействие диск/гало