

Восстановление радиального профиля  
дисперсии скоростей на основе  
наблюдаемого распределения лучевой  
скорости в дисковых галактиках

Н.Я. Сотникова, С.А. Родионов  
НИАИ СПбГУ

## 1. Устойчивость

возмущения в плоскости диска

$$\sigma_R > \sigma_R^{cr} = \frac{3.36 G \Sigma d}{K}$$

изгибные возмущения

$$\frac{\sigma_z}{\sigma_R} > \left( \frac{\sigma_z}{\sigma_R} \right)^{cr}$$

## 2. Построение динамических моделей конкретных галактик

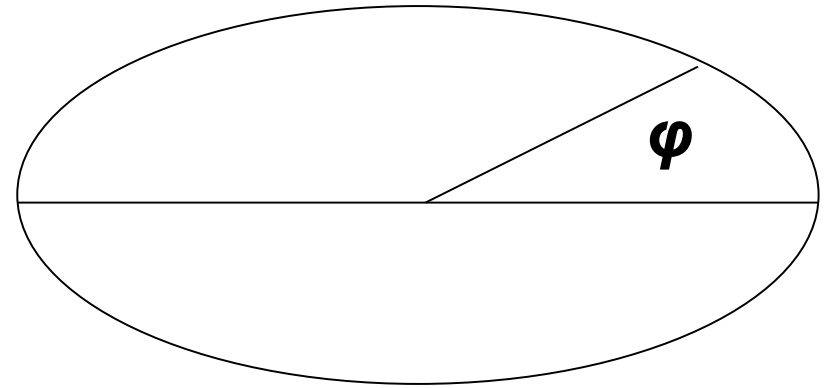
а) массовая модель

б) профили дисперсии скоростей звезд

$$\sigma_R(R), \sigma_\varphi(R), \sigma_z(R)$$

# Наблюдения

1. Промежуточные углы наклона  $i$ :  $30^\circ - 60^\circ$
2.  $z_0$  - невелико
3. Диск прозрачный



$$\sigma_{los}^2 = \frac{1}{2} \sin^2 \varphi \cdot \left[ \left( \sigma_R^2 + \sigma_\varphi^2 + 2 \sigma_z^2 \cdot \text{ctg}^2 i \right) - \left( \sigma_R^2 - \sigma_\varphi^2 \right) \cos (2 \varphi) \right]$$

Разрезы

$$\sigma_{\text{maj}}^2 = \sigma_{\varphi}^2 \cdot \sin^2 i + \sigma_z^2 \cdot \cos^2 i$$

$$\sigma_{\text{min}}^2 = \sigma_R^2 \cdot \sin^2 i + \sigma_z^2 \cdot \cos^2 i$$

Условие равновесия (уравнение Джинса - JE-2)

$$\sigma_{\varphi}^2 / \sigma_R^2 = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{\partial \ln V}{\partial \ln R} \right), \text{ где } V = V_c \left( \text{или } \langle V \rangle_{\varphi} \right)$$

## 1. Данные “зашумленные”

$$\sigma_R(R) \propto e^{-R/a_R}$$

$$\sigma_z(R) \propto e^{-R/a_z}$$

## 2. “Стандартные” предположения

(van der Kruit, Freeman, 1986)

$$a_R = a_z = 2h \quad \text{где} \quad h: \Sigma_d = \Sigma_0 e^{-R/h}$$

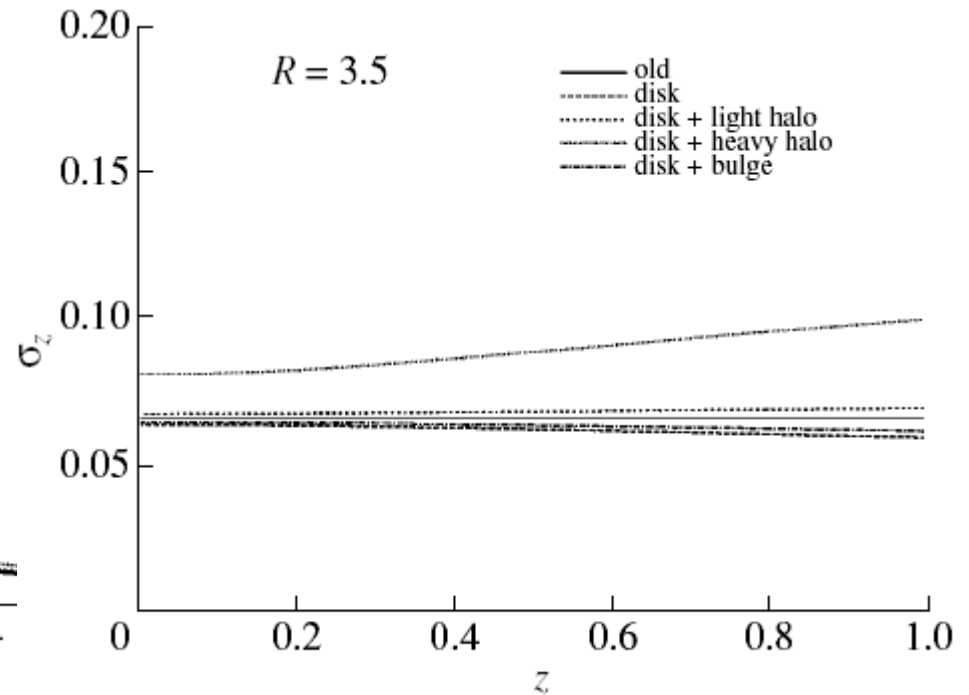
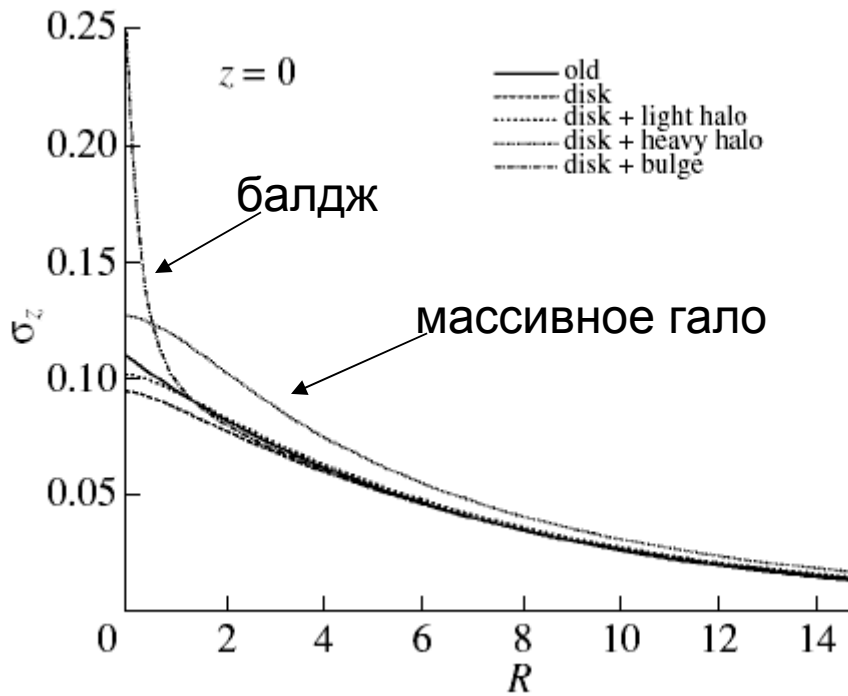
а) модель изотермических слоев

$$\rho_d(z) \propto \text{sech}^2(z/z_0) \Rightarrow \sigma_z^2 = \pi G \Sigma_d z_0$$

б) условие устойчивости относительно изгибных возмущений

$$\sigma_z / \sigma_R \approx \text{const}$$

# Модель изотермических слоев (N-body)





# Серия работ Gerssen et al. (1997-2004)

Форма эллипсоида скоростей -  $\sigma_z / \sigma_R$

$$a_R = a_z = h_{\text{kin}}$$

	i (degree)	h (kpc) (in K)	$h_{\text{kin}}$ (kpc)
NGC 1068	30 ± 9	<b>21</b> ± 3	<b>72</b> ± 6
NGC 2460	46 ± 7	<b>15</b> ± 2	<b>108</b> ± 55
NGC 2775	40 ± 8	<b>35</b> ± 7	<b>45</b> ± 3
NGC 4030	40 ± 12	<b>18</b> ± 2	<b>140</b> ± 63
NGC 488	40	<b>40</b> (in B)	<b>38</b> ± 4
NGC 2985	36	<b>30</b> (in I)	<b>88</b> ± 13

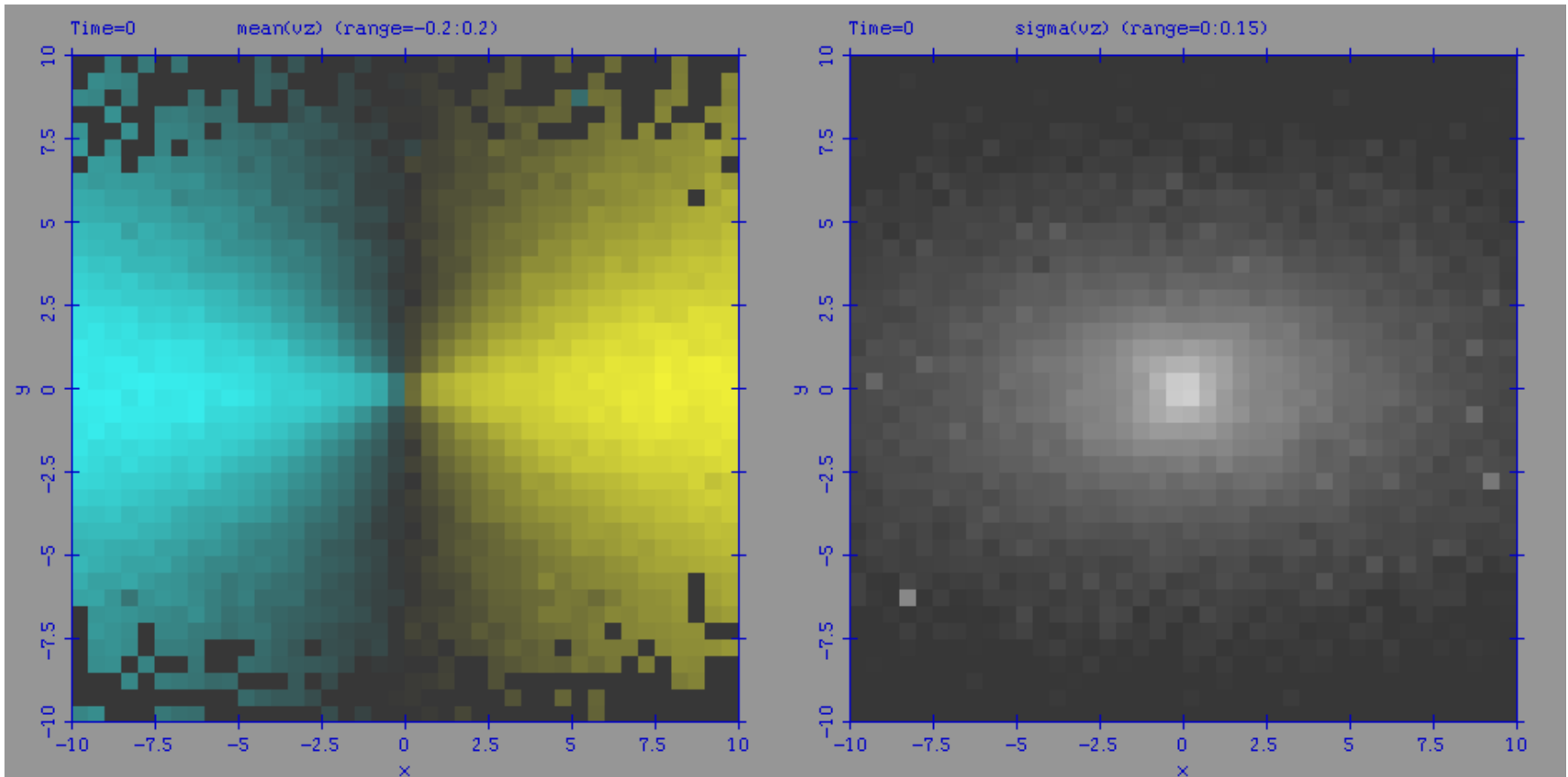
# Равновесные модели звездных дисков. Имитация наблюдательных данных

**Итерационный метод:**

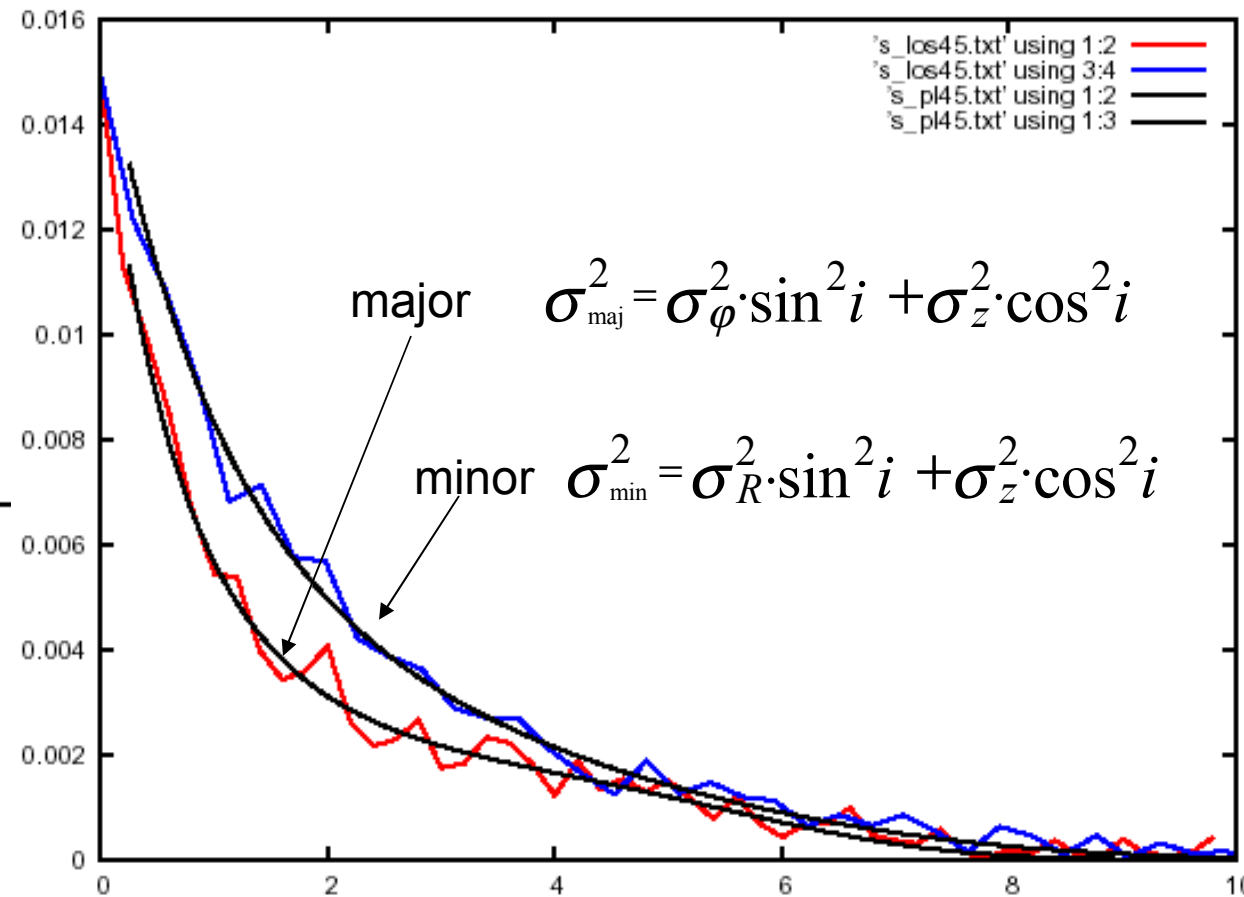
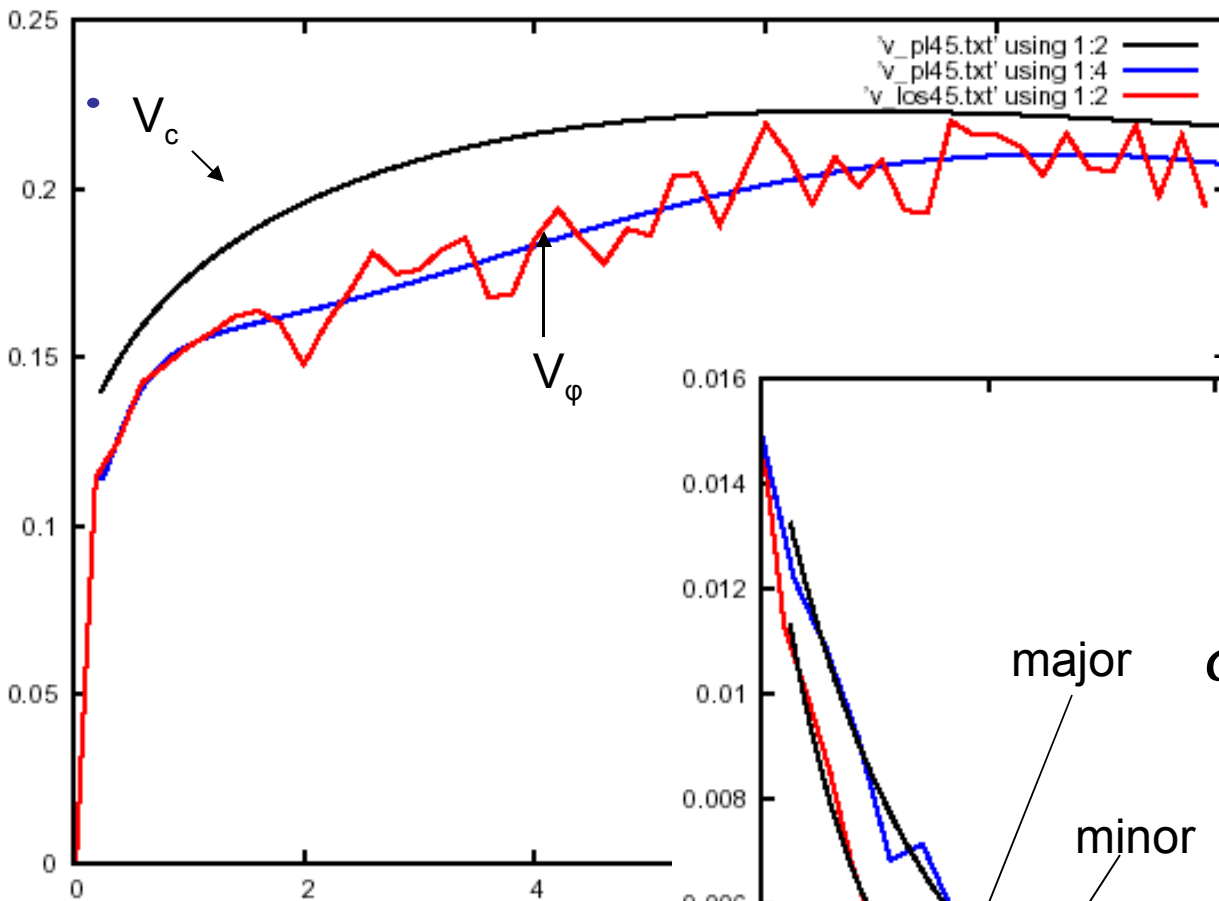
$$\Sigma_d(R) = \Sigma_0 e^{-R/h}$$
$$\sigma_R(R) \propto e^{-R/a_R}$$

Родионов, Сотникова (2006),  
Родионов, Орлов (2008)

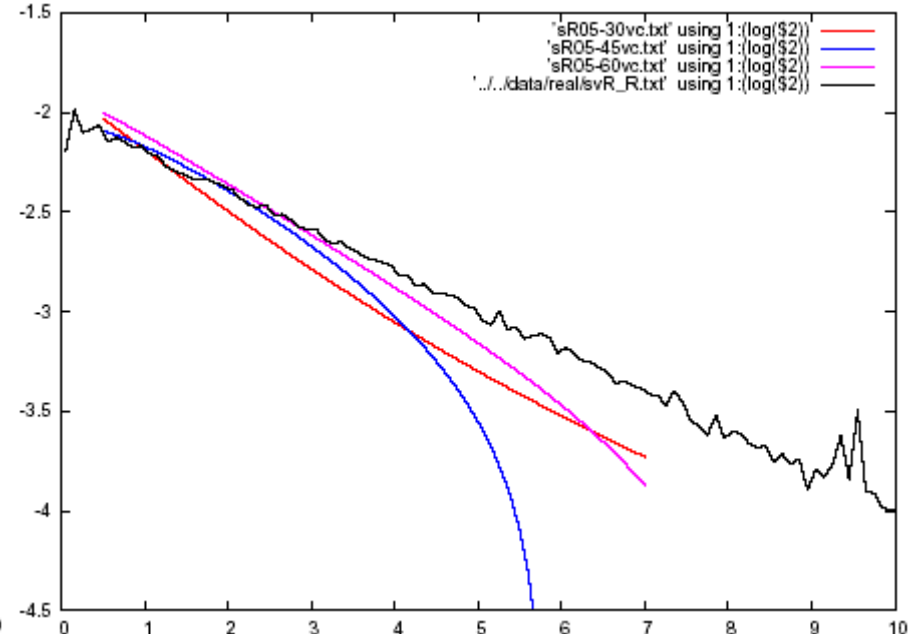
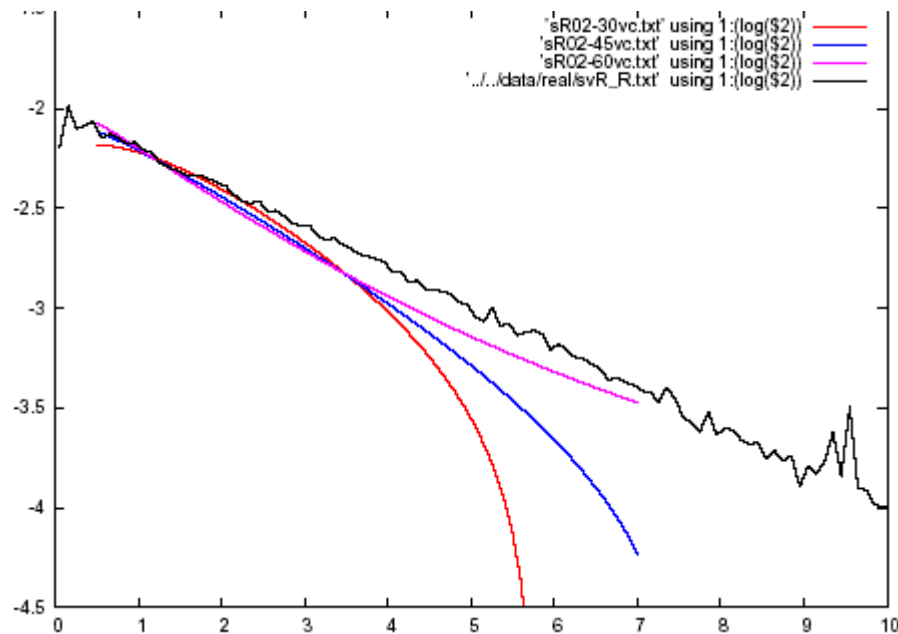
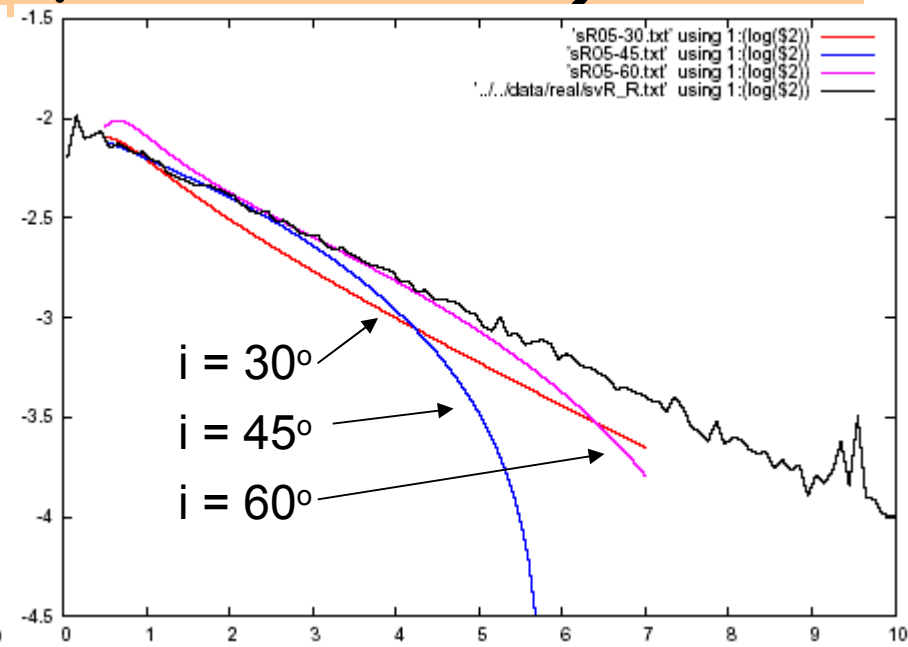
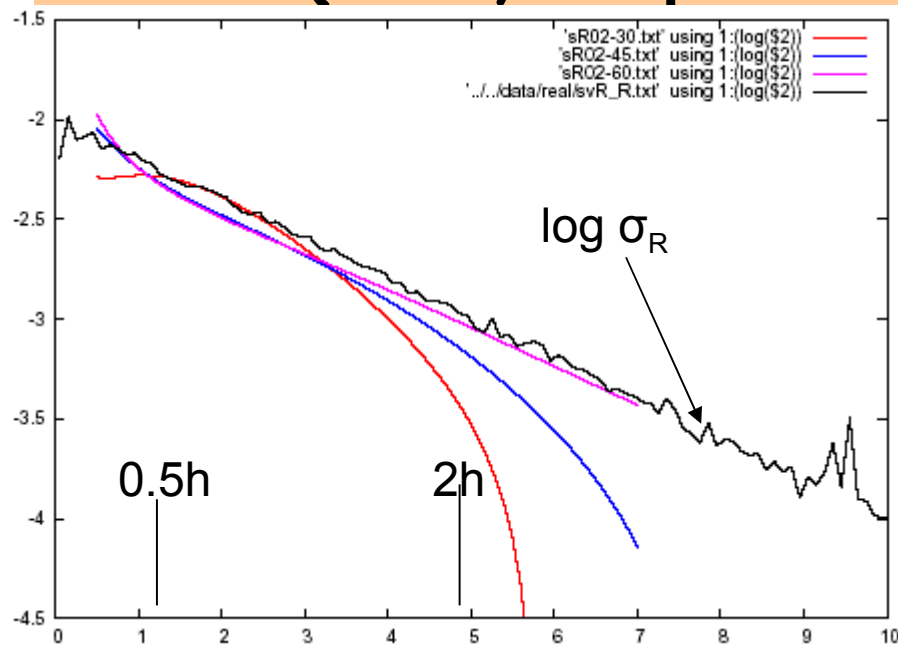
$$a_R = 2h$$



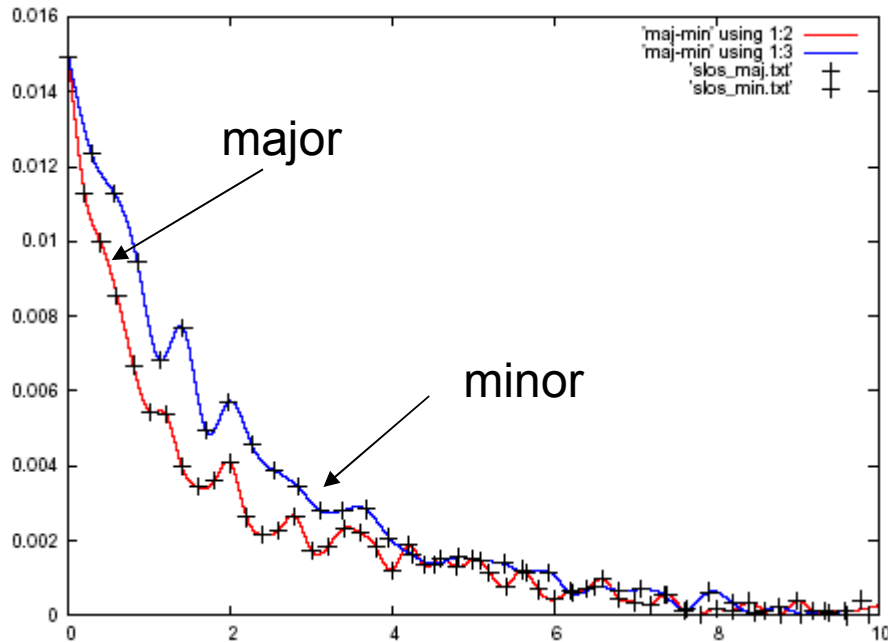
# Равновесные модели звездных дисков. Имитация наблюдательных данных



# Профиль радиальной дисперсии скоростей (JE-2, аппроксимация полиномами)

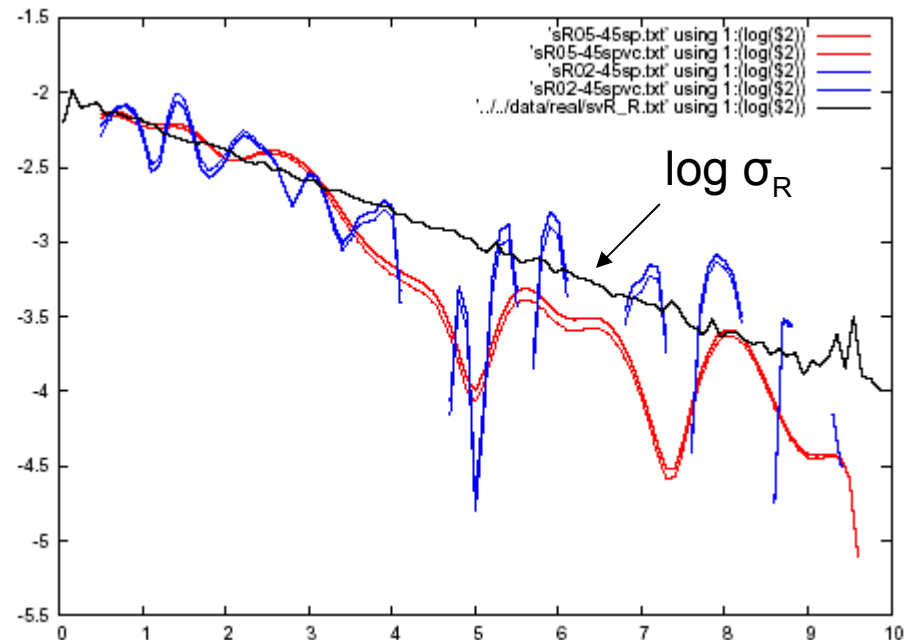


# Профиль радиальной дисперсии скоростей (JE-2, аппроксимация сплайном)

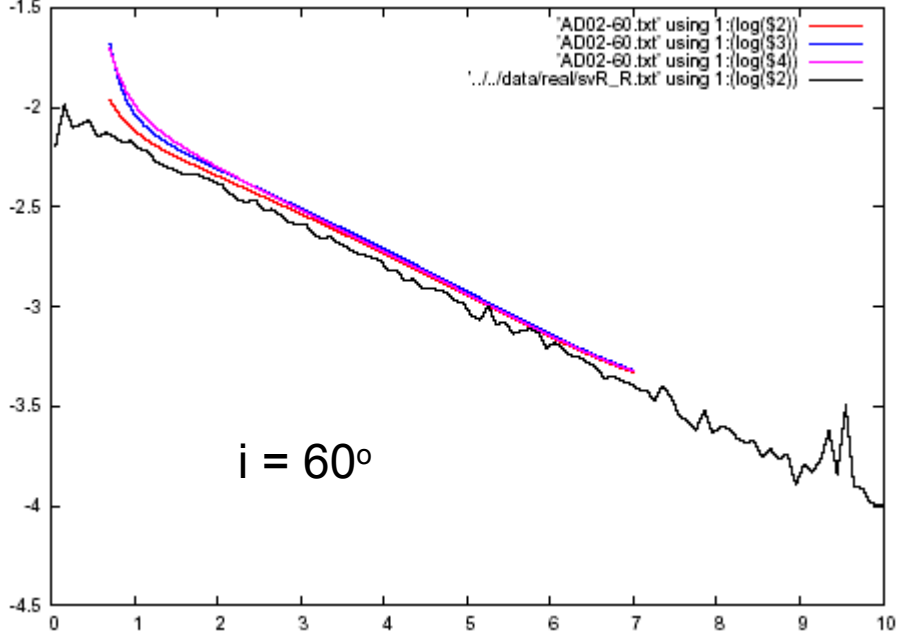
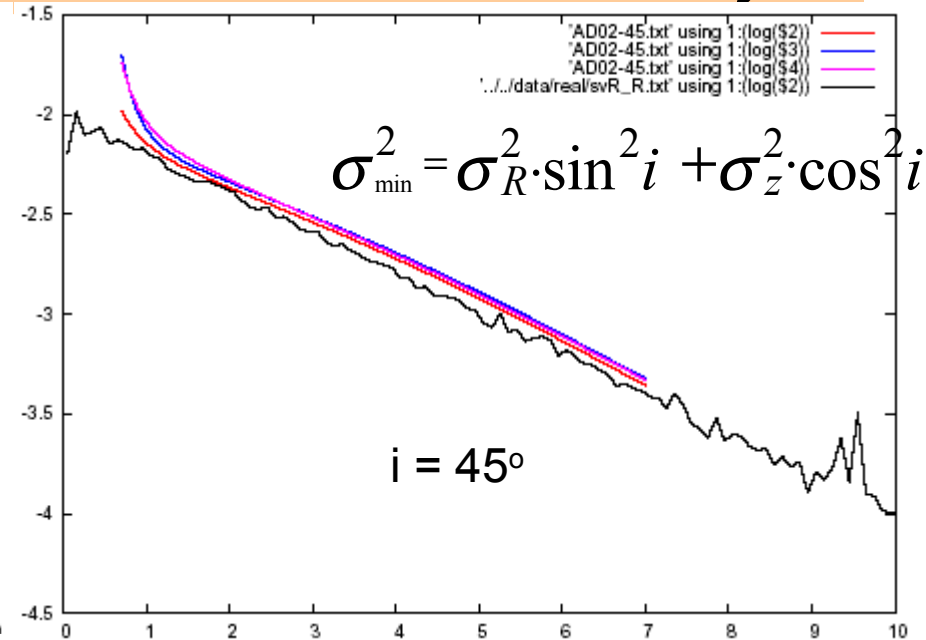
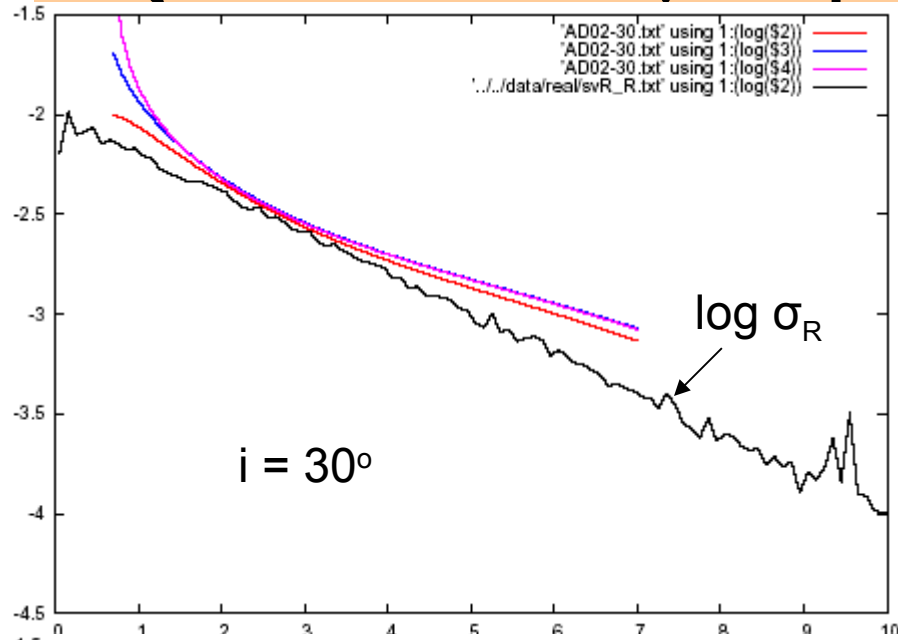


$$\sigma_{\phi}^2 / \sigma_R^2 = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{\partial \ln V}{\partial \ln R} \right)$$

$i = 45^\circ$



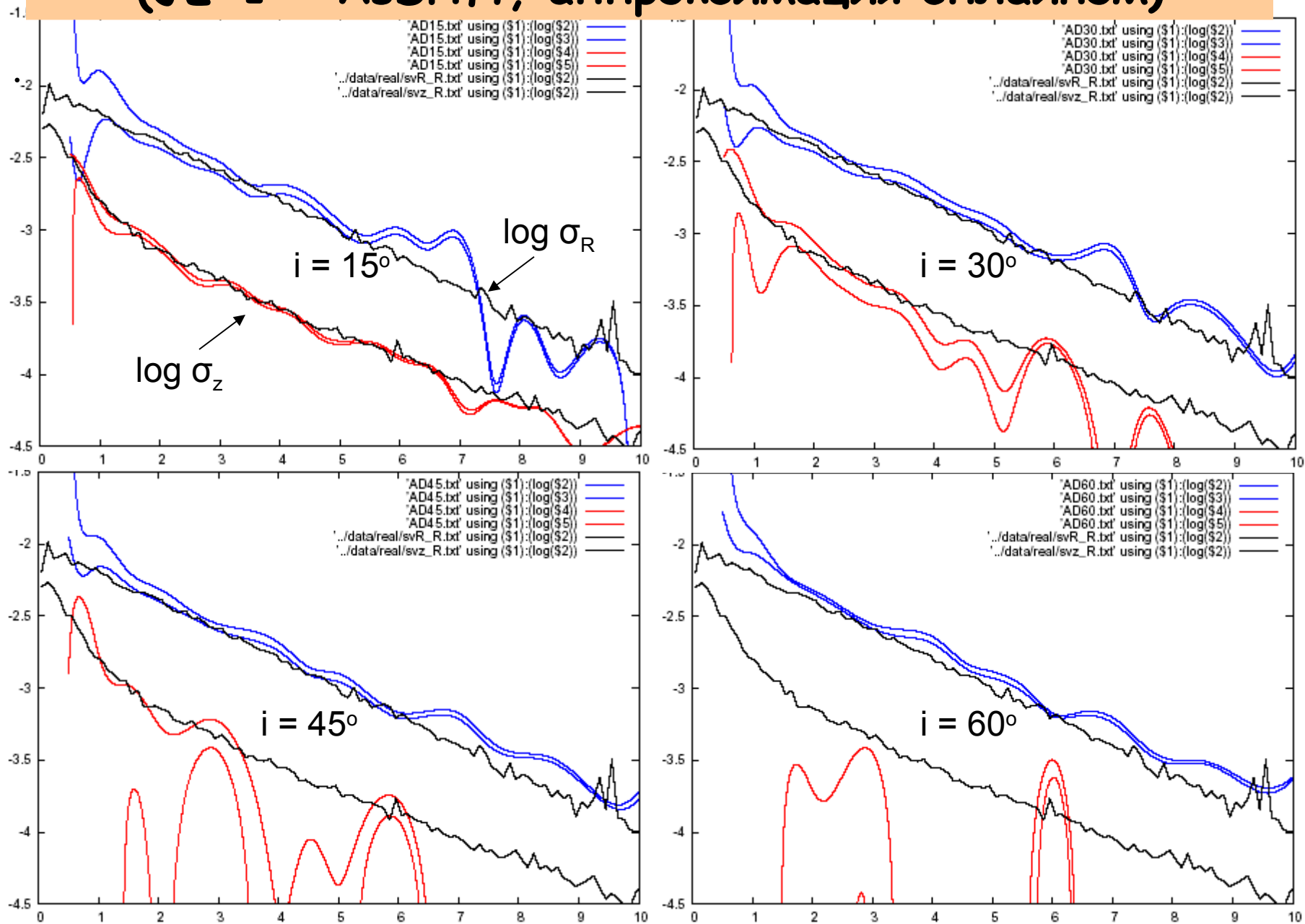
# Профиль радиальной дисперсии скоростей (JE-1 - AsDrift, аппроксимация полиномами)



JE-1; Asymmetric Drift

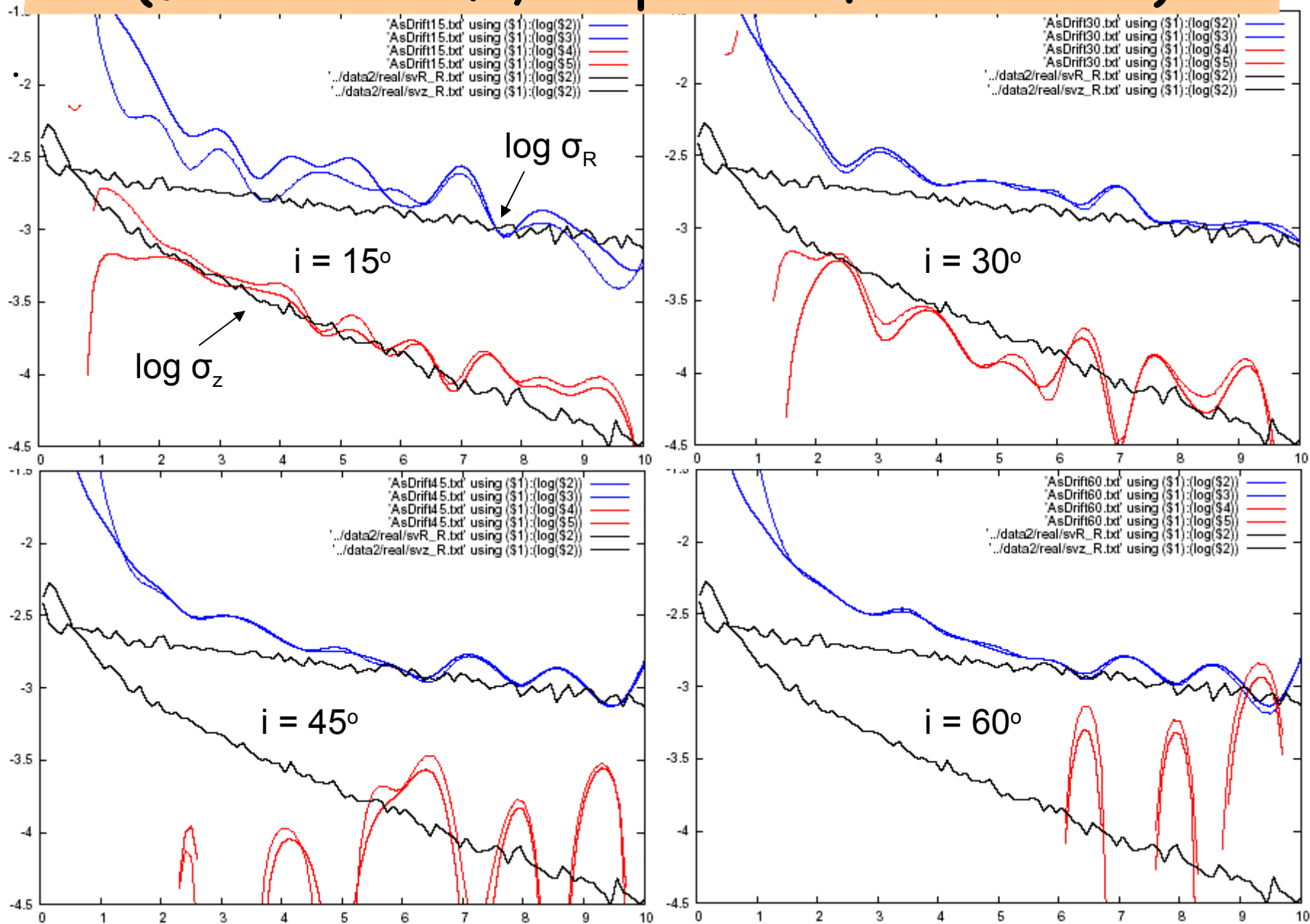
$$V_c^2 - \langle V_\phi \rangle^2 = \sigma_R^2 \cdot \left( \frac{\sigma_\phi^2}{\sigma_R^2} - 1 - \frac{\partial \ln \Sigma_d}{\partial \ln R} - \frac{\partial \ln \sigma_R^2}{\partial \ln R} \right)$$

# $\sigma_R^2(R), \sigma_z^2(R); a_R = a_z = 2h$ (JE-1 - AsDrift, аппроксимация сплайном)



$$\sigma_R^2(R), \sigma_z^2(R); a_R \neq a_z$$

(JE-1 - AsDrift, аппроксимация сплайном)





## Выводы

1. JE-2 (с использованием EA или без него) и  
профиль  $\sigma_z(R)$

- в це

- для

- прав

5. JE-1

- хоро

- для углов  $15^\circ < i < 40^\circ$ , если известно  $\sigma_{los}(R)$ ,  
удается воспроизвести  $\sigma_z(R)$  и  $a_z$

**Спасибо за внимание!**