

# Ограничения на закон звездообразования в карликовых сфероидальных галактиках

Евгений Курбатов

Институт астрономии РАН

Химическая и динамическая эволюция галактик  
ЮФУ, Ростов-на-Дону 2009

# Проблема

Компоненты галактики:

- ▶ газ
- ▶ звёзды
- ▶ тёмное вещество

Эволюция галактики:

- ▶ формирование звёздного населения
- ▶ тепловая и химическая эволюция газа
- ▶ формирование структуры

Процессы:

- ▶ гравитационное взаимодействие
- ▶ нагрев и охлаждение газа
- ▶ звездообразование

## Проблема: звездообразование

Разные авторы — разные модели:

- ▶ Тутуков, Крюгель 1980, АЖ, 57, 942

$$\psi \propto \rho^2 \quad (1)$$

- ▶ Kennicutt 1998, ApJ, 498, 541

$$\psi \propto \rho / \tau_{\text{ff}} \propto \rho^{3/2} \quad (2)$$

- ▶ Berczik et al. 2003, arXiv:0209043

$$\psi \propto \rho^{3/2} \times \begin{cases} 1, & \tau_{\text{sound}} > \tau_{\text{ff}} \\ 0, & - \end{cases} \quad (3)$$

- ▶ Курбатов 2007, АЖ, 84, 1059

$$\psi \propto \rho^2 / T^2 \quad (4)$$

# Модель

Основа — численный код GADGET-2 (Springel 2005, MNRAS, 364, 1105): газовая динамика (SPH), гравитация (N-body).

Добавки:

- ▶ звездообразование — статистический подход (Lia & Portinari 2002, MNRAS, 330, 821)
- ▶ взрывы сверхновых — химическое обогащение газа O, Fe, Z (Maeder 1992, A&A, 264, 105)
- ▶ нагрев — УФ от звёзд массой  $> 30M_{\odot}$ :

$$\Gamma_{\text{ОВ}} = 10^{52} f_{\text{ОВ}} \psi \quad (5)$$

- ▶ охлаждение — Nakasato et al. 2000, ApJ, 535, 776; Sutherland & Dopita 1993, ApJS, 88, 253

## Постановка задачи: начальные условия

$\Lambda$ CDM: связь между  $M$ ,  $r_{200}$ ,  $z_{\text{coll}}$  (Navarro et al. 1997, ApJ, 490, 493).

№	$M/M_{\odot}$	$r_{200}/\text{кпк}$	$c$	$z_{\text{coll}}$
1	$3.16 \times 10^6$	0.32	11.3	3.2
2	$1 \times 10^7$	0.47	10.9	3.08
3	$3.16 \times 10^7$	0.68	10.5	2.96
4	$1 \times 10^8$	1	10.1	2.85
5	$3.16 \times 10^8$	1.48	9.8	2.75

Статические гало:

$$\rho = \frac{\delta_c \rho_{\text{crit}}}{(cr/r_{200} + \delta_c \rho_{\text{crit}}/\rho_0)(1 + cr/r_{200})^2} \quad (6)$$

## Постановка задачи: закон звездообразования

Две серии расчётов с разными законами звездообразования:

- ▶ СЗО контролируется процессом ионизации и рекомбинации

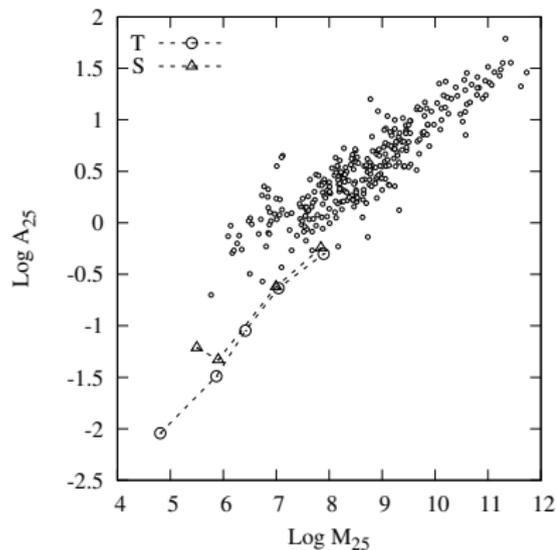
$$\psi = f_T \rho^2 \quad f_T = 2 \times 10^7 \text{ см}^3/\text{гс} \quad (7)$$

- ▶ СЗО контролируется локальным джинсовским временем

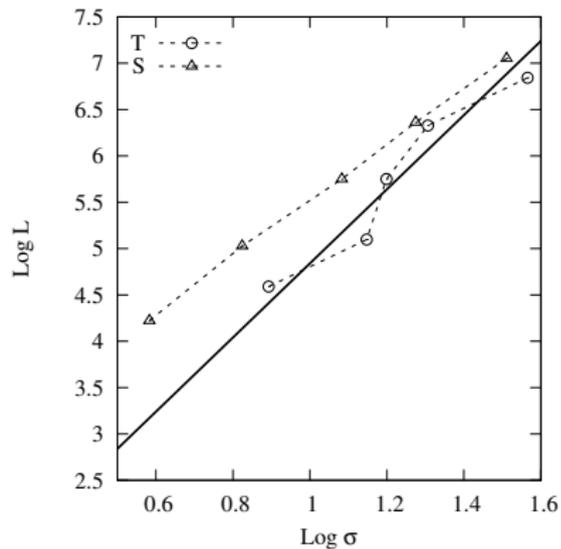
$$\psi = f_S \rho^{3/2} \quad f_S = 5 \times 10^{-6} \text{ см}^{3/2}/\text{г}^{1/2}\text{с} \quad (8)$$



# Результаты: статистические соотношения



$$M_{25} \propto A_{25}^2$$



$$L \propto \sigma^4$$

# Результаты: статистические соотношения

