



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Математико-механический факультет
Кафедра астрофизики



Двухжидкостная неустойчивость и крупномасштабное звездообразование в дисковых галактиках

Дипломная работа
Марчук Александр Александрович

Научный руководитель:
к.ф.-м.н., доцент Н. Я. Сотникова

Рецензент:
д.ф.-м.н., проф. В. П. Решетников

6 июня 2013

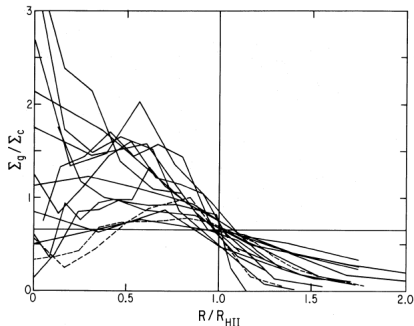
Критерии гравитационной неустойчивости

Одножидкостный критерий

Goldenreich, Lynden-Bell, 1965

$$\frac{1}{Q_g} = \frac{\Sigma_g}{\Sigma_g^{\text{cr}}} = \frac{\pi G \Sigma_g}{\kappa c_g}$$

Kennicutt, 1989

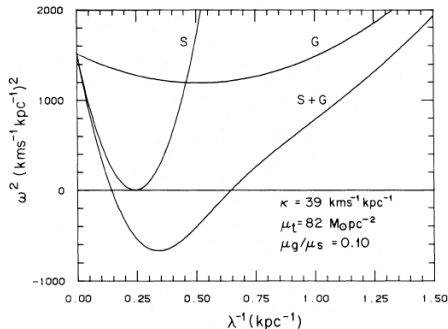


Двухжидкостный критерий

Rafikov, 2001

$$\frac{1}{Q_{\text{eff}}} = \frac{\Sigma_g}{\Sigma_g^{\text{cr}}} = \frac{2}{Q_s} \frac{1}{\bar{k}} \left[1 - e^{-\bar{k}^2} I_0(\bar{k}^2) \right] + \frac{2}{Q_g} s \frac{\bar{k}}{1 + \bar{k}^2 s^2}, \quad s \equiv \frac{c_g}{\sigma_R}$$

Jog, Solomon, 1984



Необходимые наблюдательные данные

- газовая кривая вращения $v_c(R)$,
- усредненная звездная азимутальная скорость $\bar{v}_\phi(R)$,
- дисперсия скоростей вдоль луча зрения вдоль большой оси $\sigma_{\text{los}}^{\text{maj}}$ (желательно и вдоль малой оси $\sigma_{\text{los}}^{\text{min}}$),
- профиль распределения поверхностной плотности газа $\Sigma_g(R)$,
- поверхностная фотометрия диска галактики в нескольких цветах,
- декомпозиция на балдж и диск, оценка расстояния до галактики, угол наклона к лучу зрения i ,
- информация об областях звездообразования (эмиссия в линии H_α , наличие голубых областей).

Восстановленные параметры

$\sigma_R, \sigma_\varphi, \sigma_z$:

- ① $\sigma_\varphi^2/\sigma_R^2 = 0.5 (1 + \partial \ln \bar{v}_\varphi / \partial \ln R)$ (одно из уравнений Джинса)
- ② $v_c^2 - \bar{v}_\varphi^2 = \sigma_R^2 \left(\frac{\sigma_\varphi^2}{\sigma_R^2} - 1 - \frac{\partial \ln \Sigma_s}{\partial \ln R} - \frac{\partial \ln \sigma_R^2}{\partial \ln R} \right)$
(уравнение ассиметричного сдвига)
- ③ $\sigma_{\text{los, maj}}^2 = \sigma_\varphi^2 \sin^2 i + \sigma_z^2 \cos^2 i$
- ④ $\sigma_{\text{los, min}}^2 = \sigma_R^2 \sin^2 i + \sigma_z^2 \cos^2 i$

$$\Sigma_s(R) = I_s^x(R) \cdot (M/L)_x \text{ (калибровки Bell et al., 2003)}$$

$$z_0^s : \sigma_z^2 = \pi G \Sigma_s z_0^s \text{ (условие равновесия)}$$

$$Q_s = \frac{\kappa \sigma_R}{\pi G \Sigma_s}, Q_g = \frac{\kappa c_g}{\pi G \Sigma_g} (c_g = 6 \text{ км/с}) \implies Q_{\text{eff}}(z_0^s) \implies \frac{\Sigma_g(R)}{\Sigma_g^{\text{cr}}(R)}$$

Источники данных

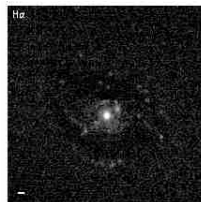
- ❶ $v_c(R), \Sigma_g(R)$:
WHISP, [Noordermeer et al. 2005, 2007, 2008](#)
- ❷ $\bar{v}_\phi(R), \sigma_{\text{los}}(R)$:
[Zasov et al. 2008, 2012, Noordermeer et al. 2008](#)
- ❸ $I_d(R), I_b(R)$:
В ОСНОВНОМ - [Noordermeer et al. 2007](#) ([Noordermeer 2006, Gutierrez et. al., 2011](#))

Выборка галактик

NGC 338



NGC 2273



NGC 3898



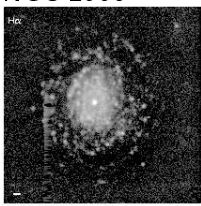
NGC 7217



NGC 1167



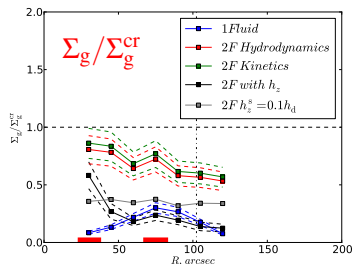
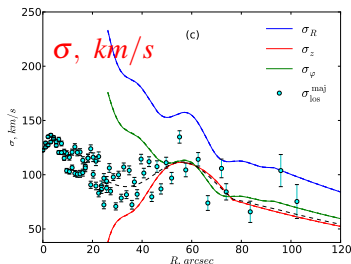
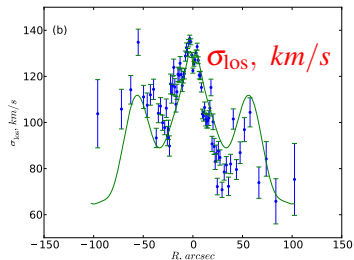
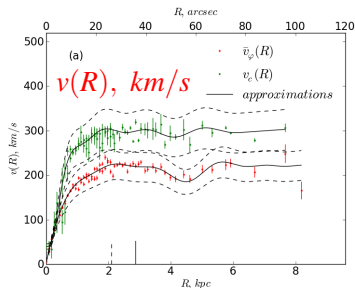
NGC 2985



NGC 5533



Результаты (на примере галактики NGC 7217)



Выводы

- 1 Методика восстановления эллипсоида скоростей с помощью уравнения для асимметричного сдвига плохо работает на имеющихся наблюдательных данных.
- 2 Модель одножидкостной неустойчивости, примененная к реальным наблюдательным данным, всегда дает бóльшие значения Q_{eff} , чем модель двухжидкостной неустойчивости, зачастую более, чем в два раза (для галактик NGC 1167, NGC 2273, NGC 2985 и NGC 7217).
- 3 Попытка восстановить значения профиля толщины звездного диска $z_0^s(R)$ практически для всех случаев дает сильно переоцененные значения толщины.
- 4 Для галактики NGC 2273 и частично NGC 2985 и NGC 7217 газовый диск для двухжидкостной модели неустойчив (устойчив маргинально) точно в тех областях, где наблюдается крупномасштабное звездообразование.

Спасибо за внимание.