

Анализ кинематики звезд красного сгущения по данным каталога APOGEE-RC

Волков Д.В., Никифоров И.И.

Санкт-Петербургский государственный университет

Современная звездная астрономия VIII, Екатеринбург,
14 июня 2017 г.

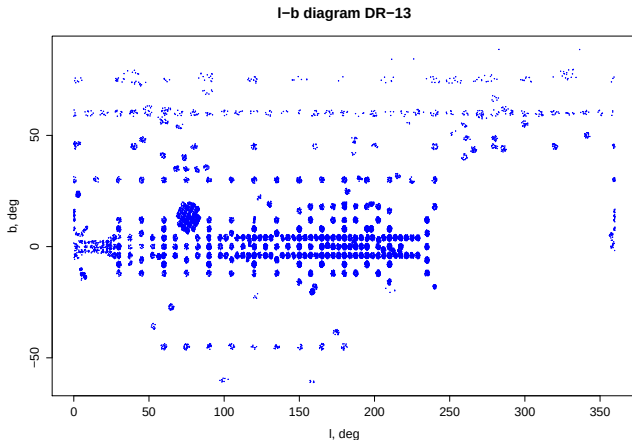
О задаче и объектах

- ▶ Почему звезды красного сгущения?
- ▶ Почему именно этот каталог?

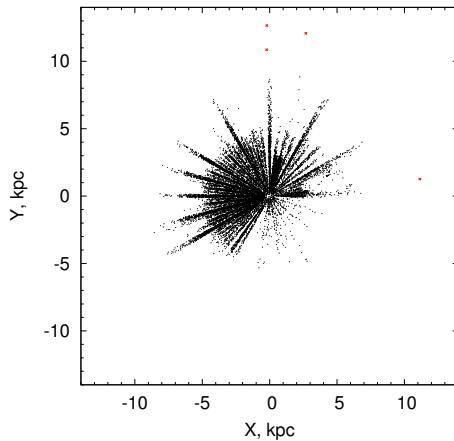
О каталоге

- ▶ 19291 объект.
- ▶ Очень точные данные о лучевых скоростях.
- ▶ Точность измерения гелиоцентрических расстояний.
- ▶ Каталог обновляется.

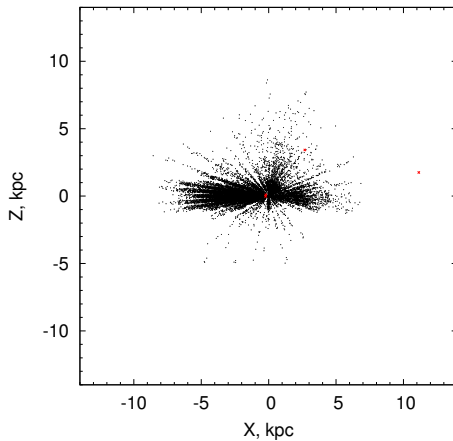
О каталоге



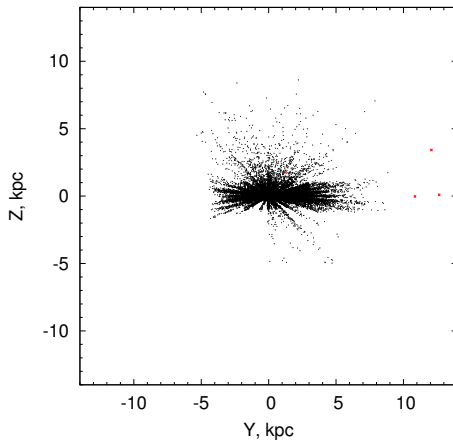
О каталоге



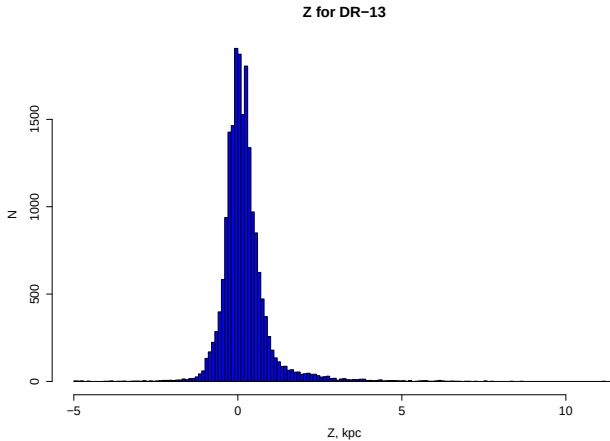
О каталоге



О каталоге



0 каталоге



Модельные предположения

- ▶ Линейная скорость θ движения подсистем Галактики – функция от R :

$$\theta = \theta(R)$$

(цилиндрический закон вращения), т.е. исследуемая подсистема плоская.

Обозначения

$$V_{r,\text{mod}} = V_{r,\text{rot}} + V_{r,\odot}, \quad (1)$$

$$V_{r,\text{rot}} = (\omega - \omega_0) R_0 \sin l \cos b, \quad (2)$$

$$V_{r,\odot} = -u_{\odot} \cos l \cos b - v_{\odot} \sin l \cos b - w_{\odot} \sin b. \quad (3)$$

Уравнения кинематической модели

$$\Theta_n(R) = \sum_{k=0}^n \frac{\theta_k}{k!} (\Delta R)^k. \quad (4)$$

$$\Delta R = R - R_0, \quad (5)$$

$$R = \sqrt{R_0^2 + r^2 \cos^2 b - 2R_0 r \cos l \cos b}. \quad (6)$$

Общий вид модели:

$$V_{r,\text{mod}} = \left[-2A\Delta R + \sum_{k=2}^n \frac{\theta_k}{k!} (\Delta R)^k \right] \frac{R_0}{R} \sin l \cos b + V_{r,\odot}, \quad (7)$$

$$A = -\frac{1}{2} R_0 \omega' (R_0) = -\frac{1}{2} (\theta_1 - \omega_0). \quad (8)$$

Решение

Решается система уравнений

$$V_r = V_{r,\text{mod}}(R_0, A, \theta_2, \dots, \theta_n, u_\odot, v_\odot, w_\odot). \quad (9)$$

Оценка дисперсии

$$\sigma_{V_r}^2 = \frac{1}{N - n - 4} \sum_{i=1}^N (V_r - V_{r,\text{mod}})_i^2. \quad (10)$$

Решение

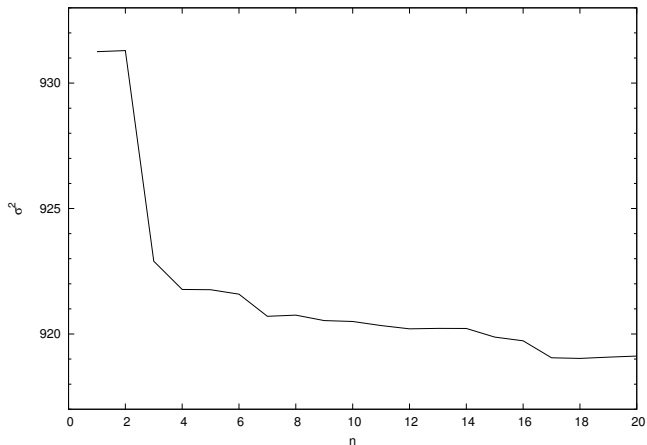
- ▶ Выбор оптимального порядка полинома,
- ▶ Исключение пространственно и/или кинематически изолированных объектов.
- ▶ Исключение объектов по избыточным невязкам (Никифоров, 2012).

Выбор оптимального порядка полинома

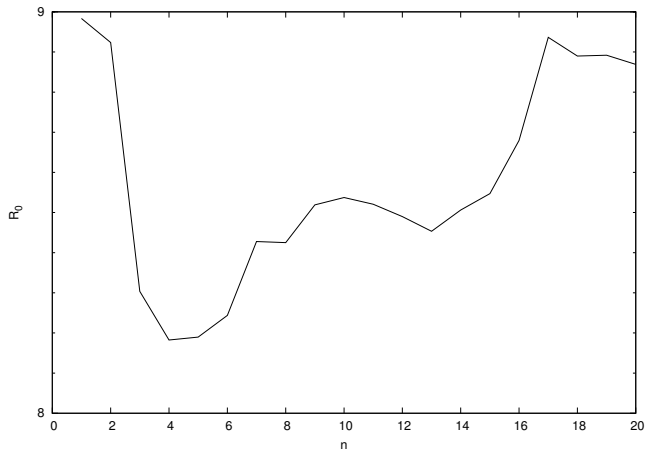
Критерии:

- ▶ Значимость старших коэффициентов,
- ▶ Зависимость дисперсии от порядка,
- ▶ Вид кривой вращения для данного порядка.

Зависимость дисперсии от порядка



Зависимость R_0 от порядка



Исключение по невязкам

- ▶ Для данной мощности выборки вычисляется значение κ

$$(1 - \psi(\kappa)) N = 1, \quad (11)$$

где $\psi(\kappa)$ – интеграл

$$\psi(\kappa) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^\kappa e^{-\frac{1}{2}t^2} dt. \quad (12)$$

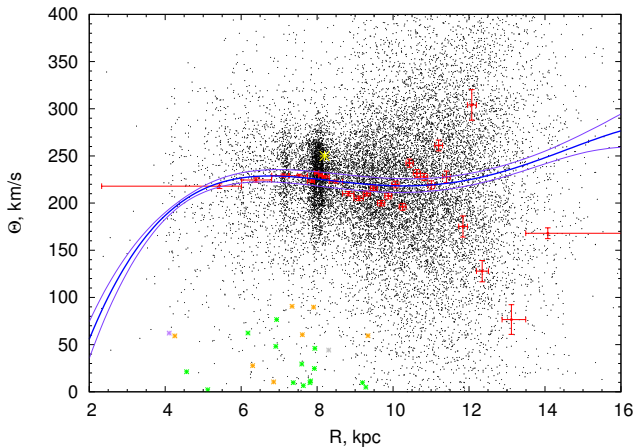
- ▶ Исключаются объекты с невязками

$$\frac{|\varepsilon_i|}{\sigma_i} > \kappa \quad (13)$$

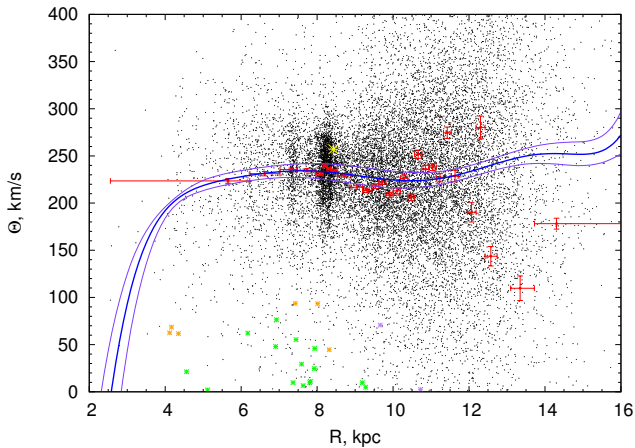
Результаты

n	4	7
R_0 , кпк	$8.20^{+0.23}_{-0.22}$	$8.43^{+0.26}_{-0.25}$
σ_{V_r} , км/с	30.34	30.34
u_0 , км/с	13.60 ± 0.31	13.59 ± 0.30
v_0 , км/с	25.39 ± 0.57	24.67 ± 0.61
w_0 , км/с	4.69 ± 0.84	5.07 ± 0.85
A , км/с/кпк	15.94 ± 0.26	15.87 ± 0.34
θ_2 , км/с/кпк ²	-0.51 ± 0.38	-3.90 ± 0.81
θ_3 , км/с/кпк ³	3.20 ± 0.27	4.22 ± 0.80
θ_4 , км/с/кпк ⁴	-0.98 ± 0.22	4.56 ± 1.13
θ_5 , км/с/кпк ⁵		-3.04 ± 1.00
θ_6 , км/с/кпк ⁶		-4.71 ± 0.97
θ_7 , км/с/кпк ⁷		3.94 ± 0.88

Кривая вращения для $n = 4$



Кривая вращения для $n = 7$



Итоговое R_0

$$R_0 = 8.31^{+0.24}_{-0.23} \text{ кпк} \quad (14)$$

Ссылки



APOGEE-RC

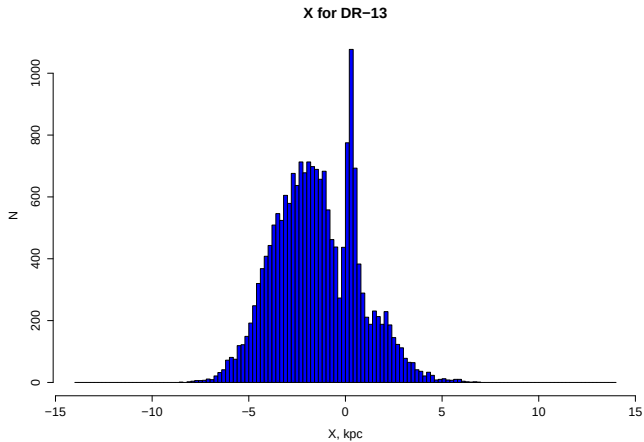
<https://data.sdss.org/sas/dr13/apogee/vac/apogee-rc/cat/>



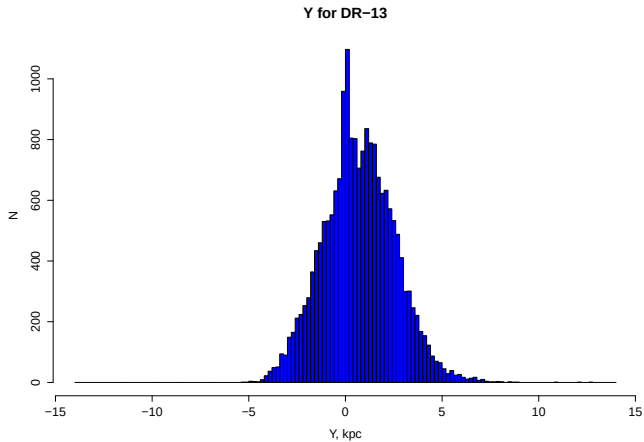
BOVY AND ETC.

<http://adsabs.harvard.edu/abs/2014arXiv1405.1032B>

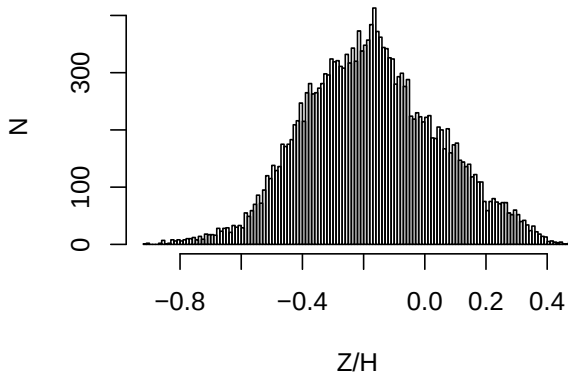
О каталоге



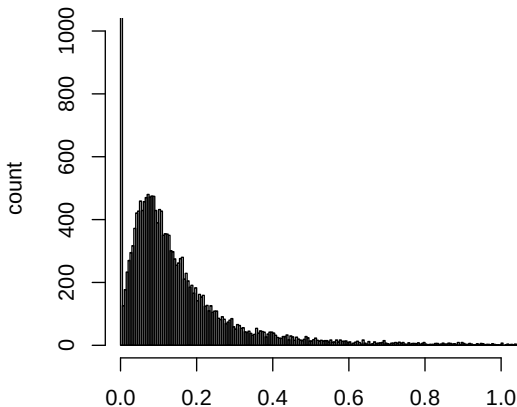
О каталоге



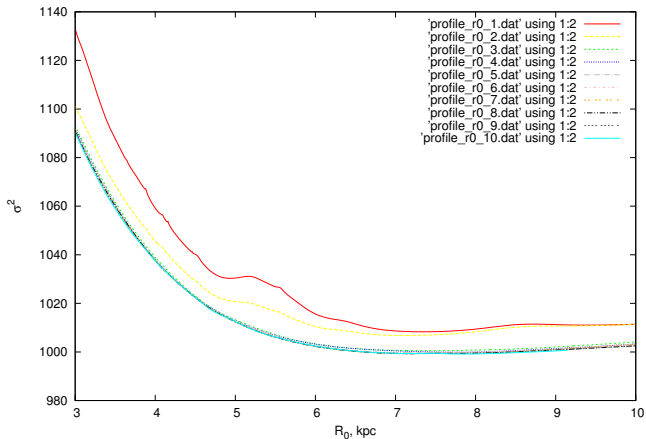
Распределение по l



O каталоге



Стандартный вид профилей



Кинематически изолированные объекты

