

Исследование структуры, кинематики и динамики близких к Солнцу рассеянных звездных скоплений по данным космической миссии Gaia

А.Ф.Селезнев (УрФУ)

В.М.Данилов (УрФУ)

G.Carraro (Padova University)

М.В.Кулеш (УрФУ)

В.В.Никифорова (УрФУ)

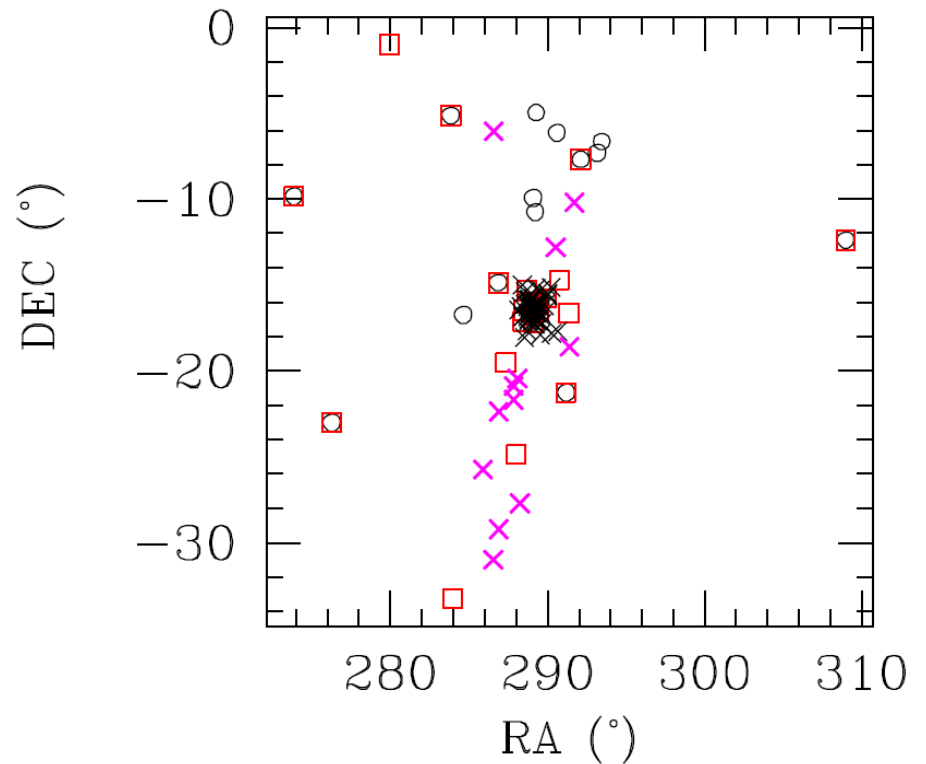
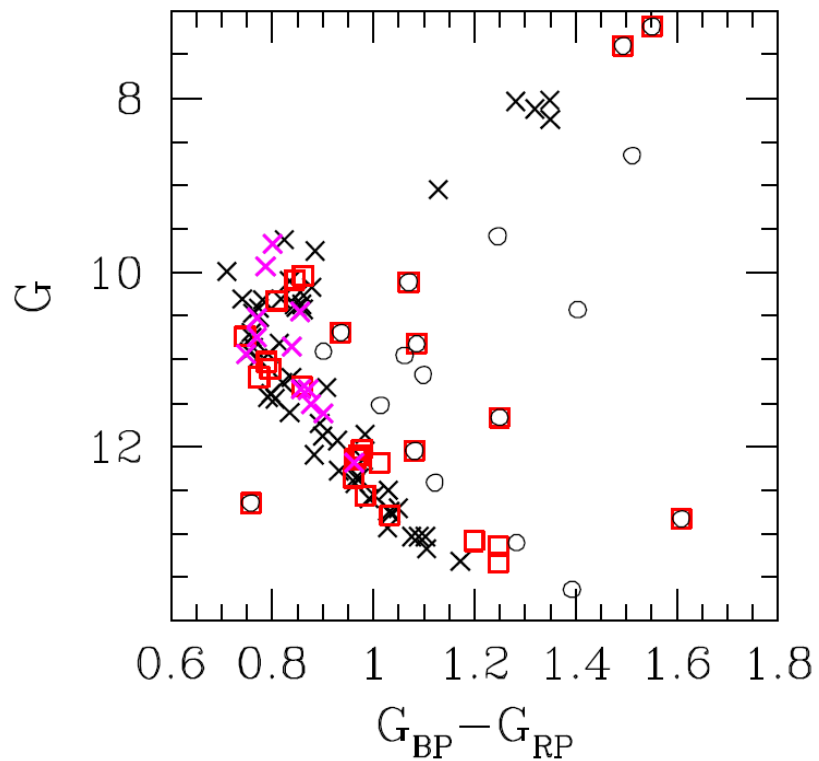
Каталог Gaia DR2 предоставляет уникальную возможность исследовать трехмерную структуру и трехмерное поле скоростей близких рассеянных звездных скоплений.

Возможны два подхода.

Первый – отбирать звезды с максимальной вероятностью принадлежности к скоплению и наиболее точными значениями собственных движений, параллаксов (и лучевых скоростей).

Второй – исследовать скопления статистически, используя очень большие площадки неба в десятки градусов. Вторым подходом позволяет обнаруживать протяженные внешние области скоплений (корону и приливные хвосты) и исследовать функцию светимости и функцию масс этих скоплений.

Ruprecht 147

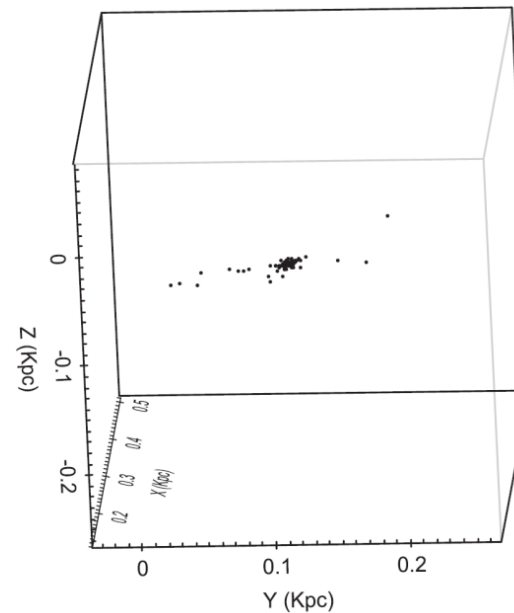
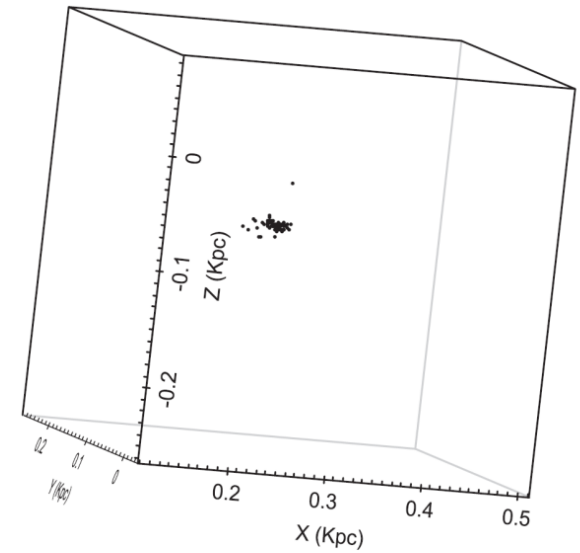
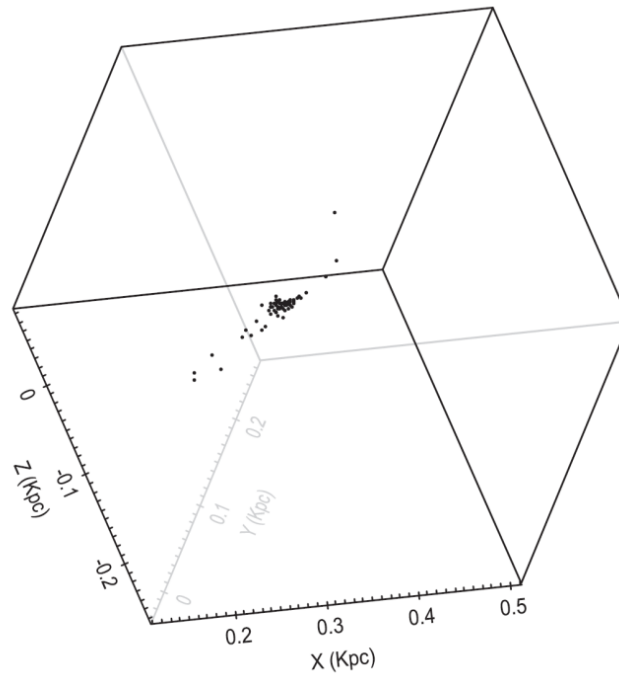


Yeh + 2019

69 звезд – кандидатов в члены скопления.

Ruprecht 147

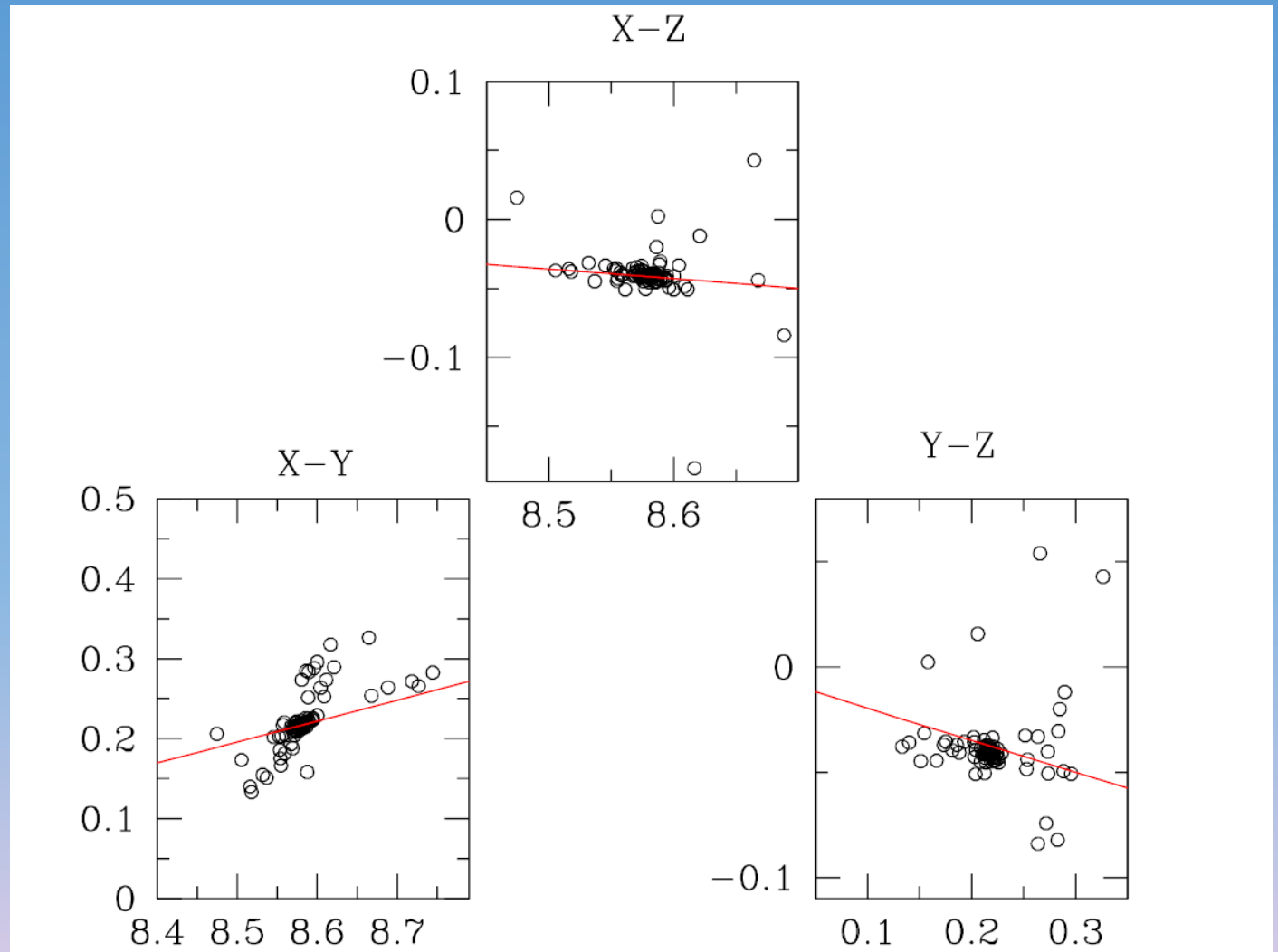
Различные
трехмерные
проекции
расположения
вероятных
членов
скопления.



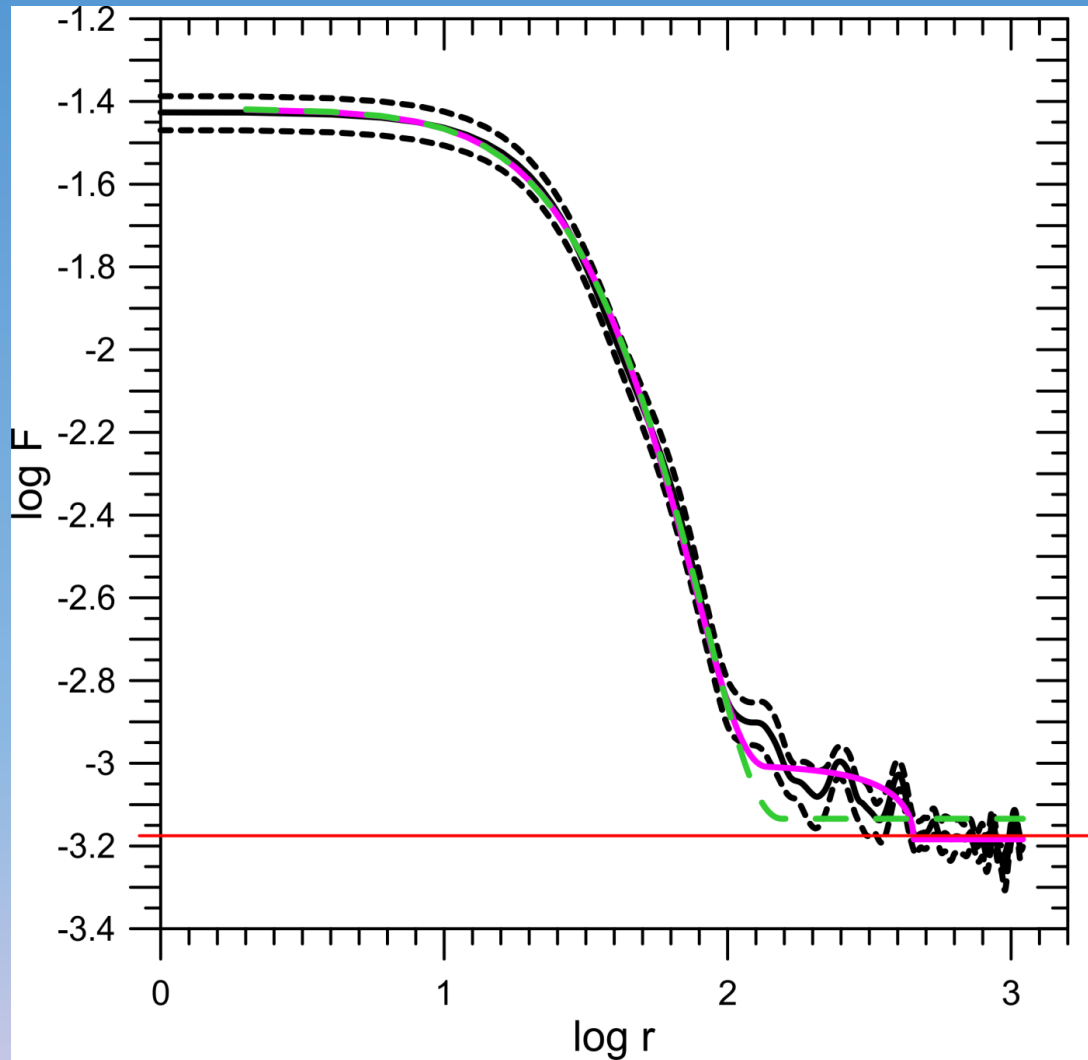
Yeh + 2019

Ruprecht 147

Вероятные
члены и
проекция
галактической
орбиты
скопления.



Ruprecht 147



Статистическое исследование: область $40^\circ \times 40^\circ$, 64564 звезды (до $G=18^m$).

Радиальный профиль плотности.

$R_c = 7.5^\circ \pm 0.2^\circ$ (35 ± 1 пк)

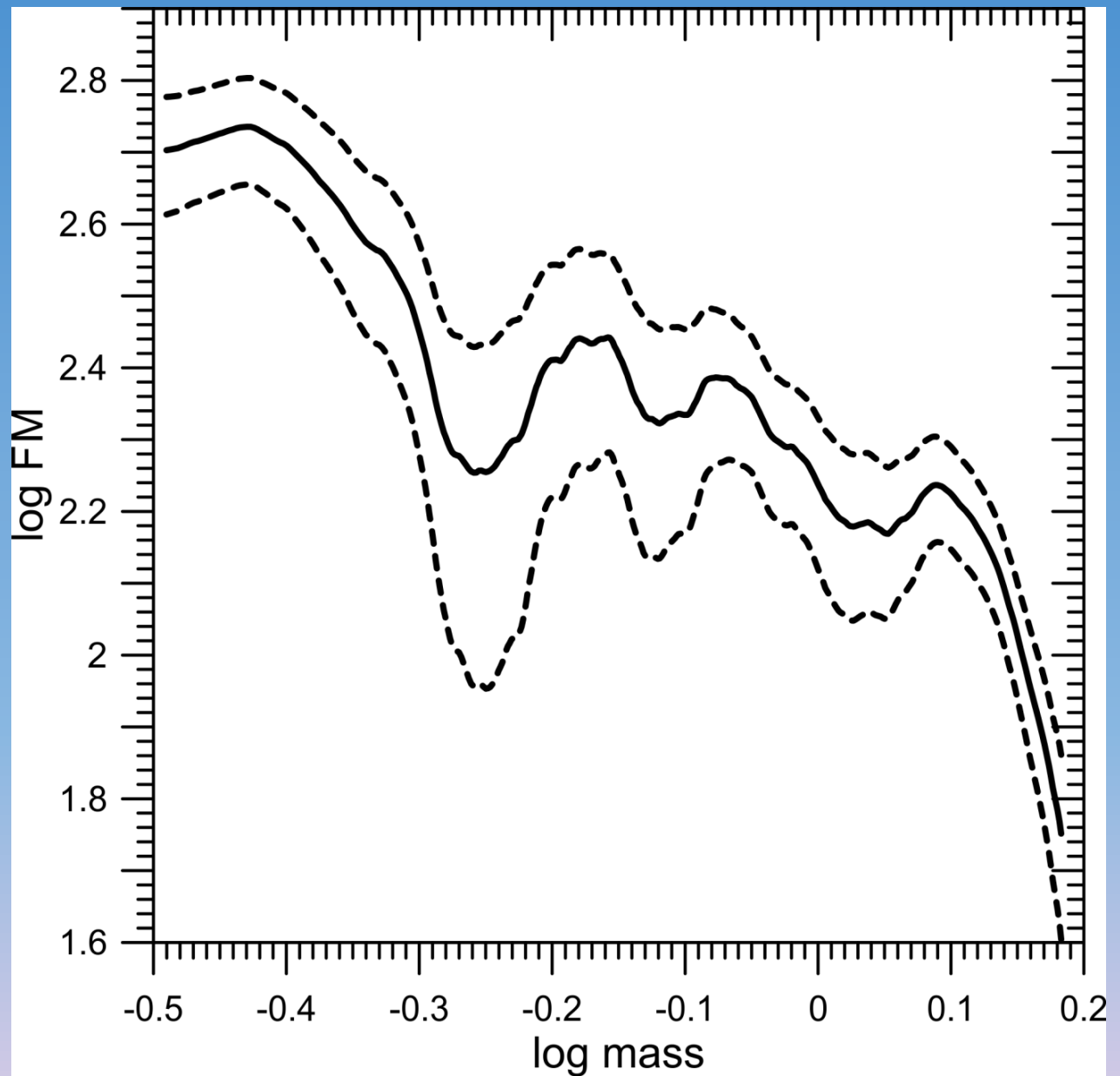
Yeh + 2019

Ruprecht 147

Функция масс.

$$N_c = 280 \pm 67$$

$$M_c = 234 \pm 52 M_\odot$$



Yeh + 2019

Pleiades

Статистическое
исследование:
область $60^\circ \times 60^\circ$,
47195 звезд (до
 $G=18^m$).

$R_c = 10.9^\circ \pm 0.3^\circ$
(26 ± 1 пк)

В.М.Данилов,
А.Ф.Селезнев,
Астрофиз. Бюлл.,
напр. в печать

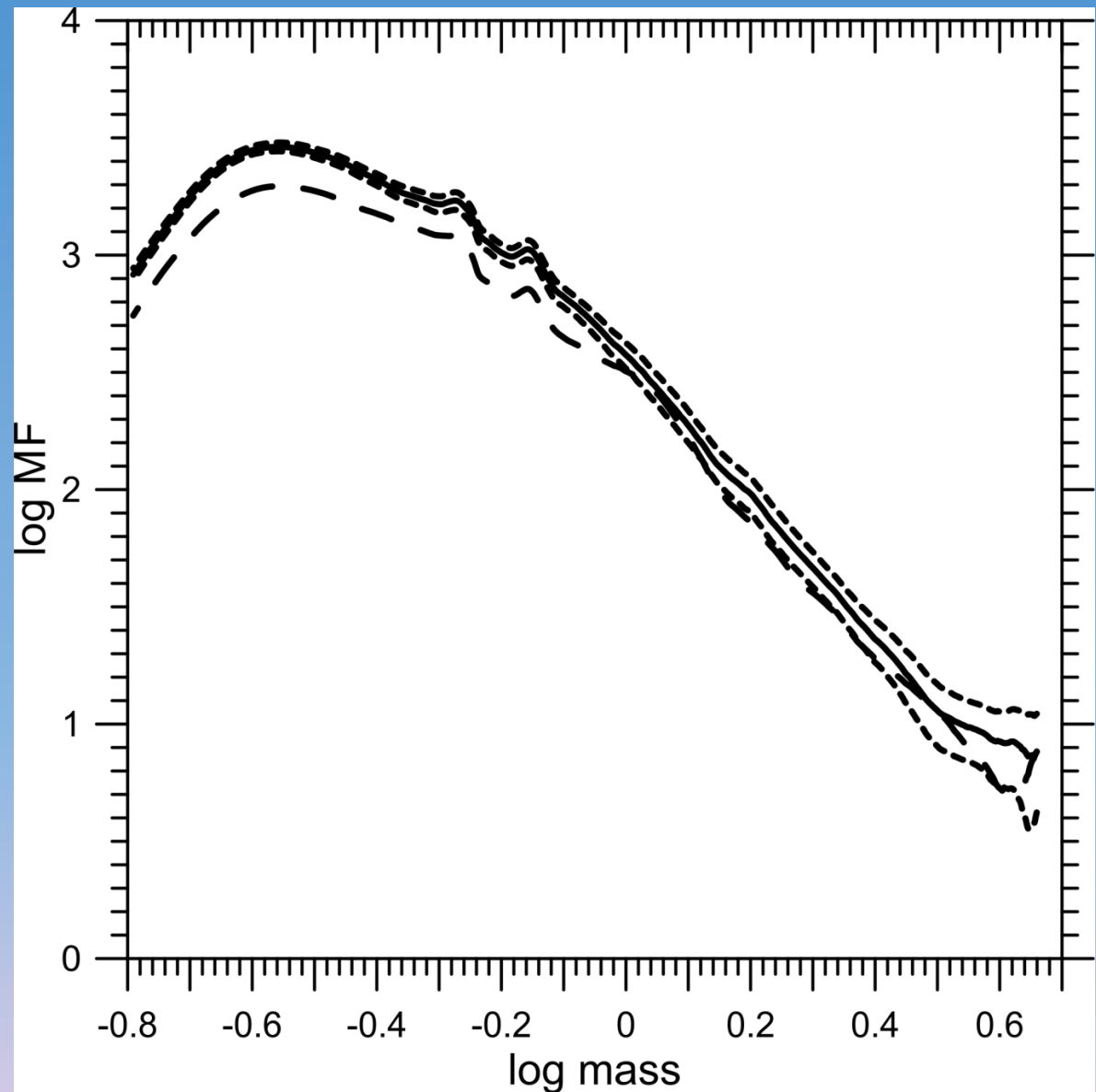


Pleiades

Функция масс.
Длинный пунктир —
функция масс для
ядра скопления
 $R_{\text{core}}=2.6^\circ$.

$$N_c=1540\pm 120$$

$$M_c=855\pm 104 M_\odot$$



Pleiades

Для исследования кинематики и динамики скопления были отобраны вероятные члены скопления:

$\pi \in [4.6; 10]$ мсд

$\mu_\alpha \in [14; 26]$ мсд/год

$\mu_\delta \in [-51; -40]$ мсд/год

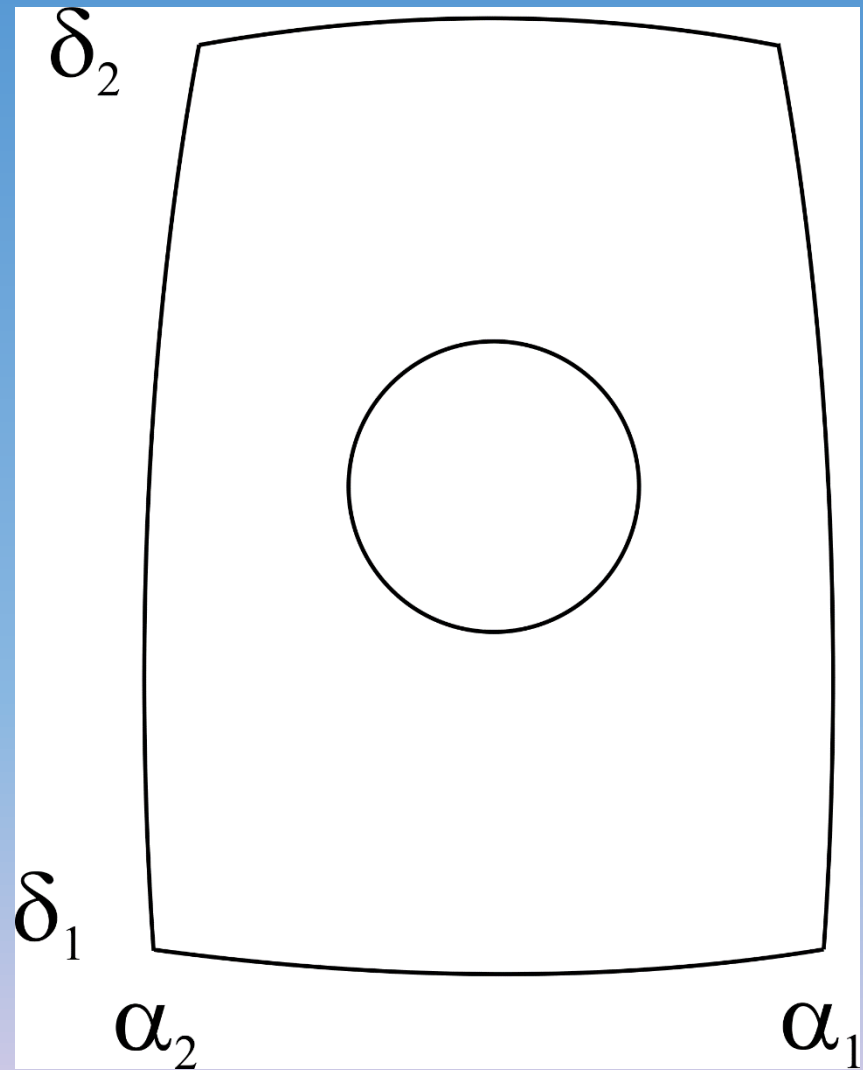
фотометрия

1391 звезда при $r \leq R_c$.

Вероятность

принадлежности к

скоплению 86.9%



О методах определения вероятности принадлежности звезды к скоплению.

1. Классические методы (Vasilevskis + 1958, Sanders 1971, Zhao +1985) используют распределение звёзд в пространстве собственных движений, предполагая его суммой двух нормальных распределений.
2. «Байесовский» метод (Sampedro & Alfaro 2016) использует одномерное распределение метрики многомерного вектора параметров звезд. При этом распределения для скопления и для фона также предполагаются нормальными.
3. Метод UPMASK (Krone-Martins & Moitinho 2014).
4. Различные реализации метода “nearest neighbour” (например, Jerabkova + 2019).

Pleiades

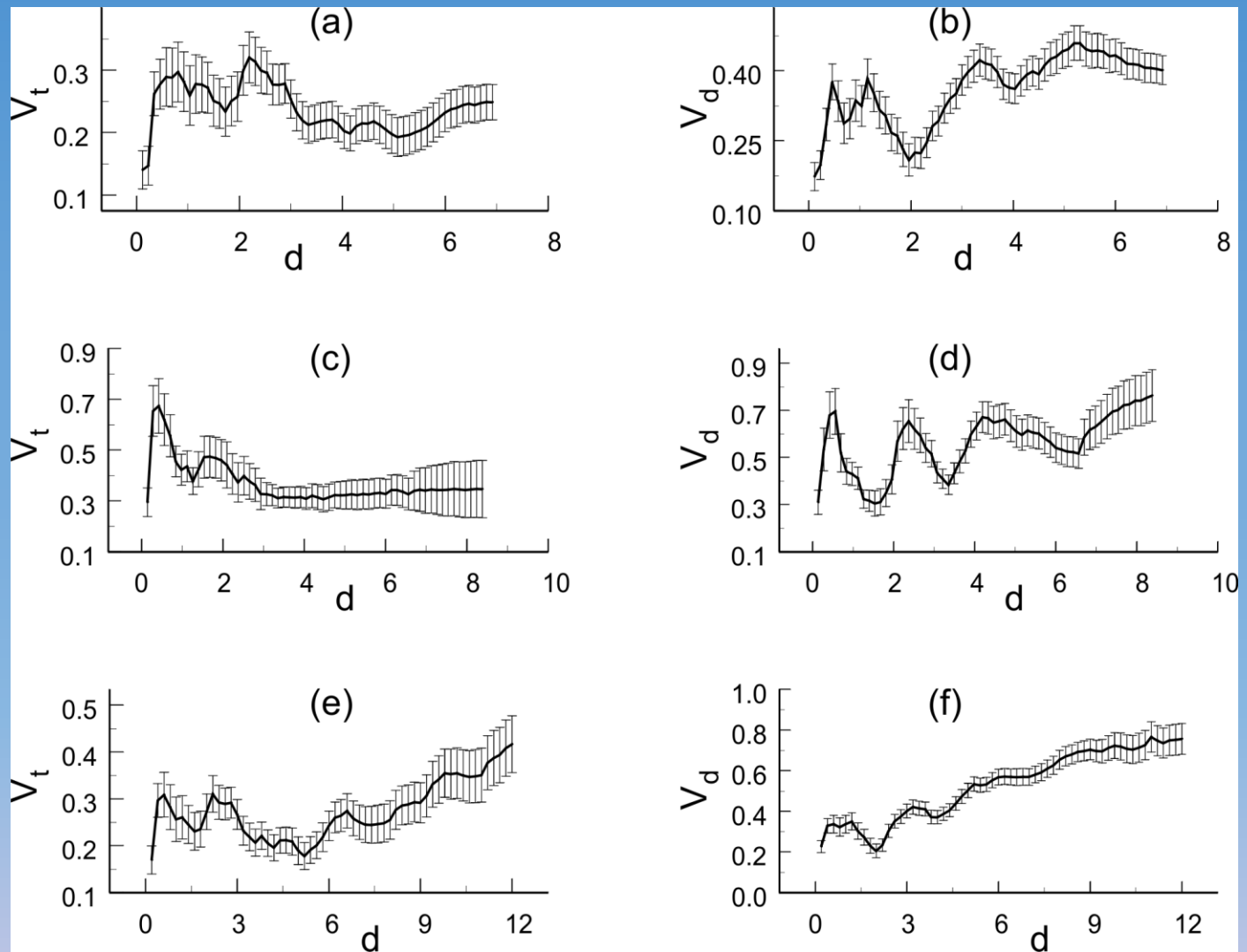
Выборка	N	G, зв. вел.	d, град.	σ_{vt} , км/с
I	565	16.03	2.5	2.36
II	395	15	2.5	0.177
III	550	17	10.9	0.177

Вращение

Ядро скопления ($d \leq 4.6$ пк, $G \leq 16^m$). Вращение «прямое», $\varphi = 18.8^\circ \pm 4.4^\circ$, $\psi = 43.2^\circ \pm 4.9^\circ$, средняя скорость вращения $v_c = 0.56 \pm 0.07$ км/с. На расстоянии $d \approx 5.5$ пк скорость вращения ядра близка к нулю $v_c = 0.1 \pm 0.3$ км/с.

Гало скопления ($d \approx 7.1$ пк, $G \leq 17^m$). Вращение «обратное», $\varphi = 37.8^\circ \pm 26.4^\circ$, средняя скорость вращения $v_c = 0.48 \pm 0.20$ км/с.

Pleiades



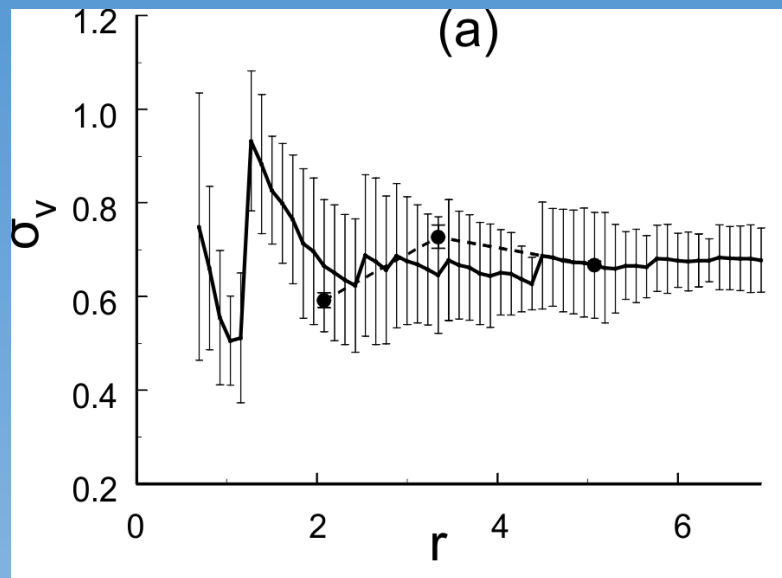
II

I

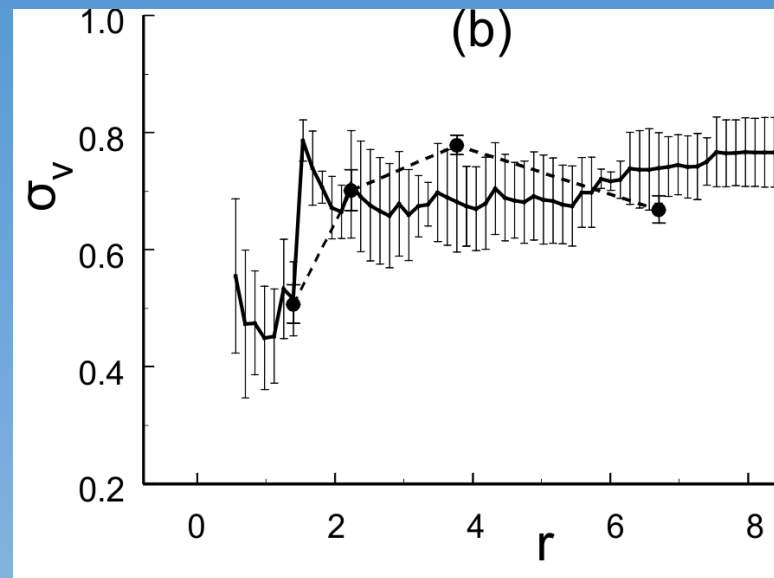
III

Тангенциальные и радиальные скорости в проекции на картинную плоскость (скорости в км/с, расстояние в парсеках).

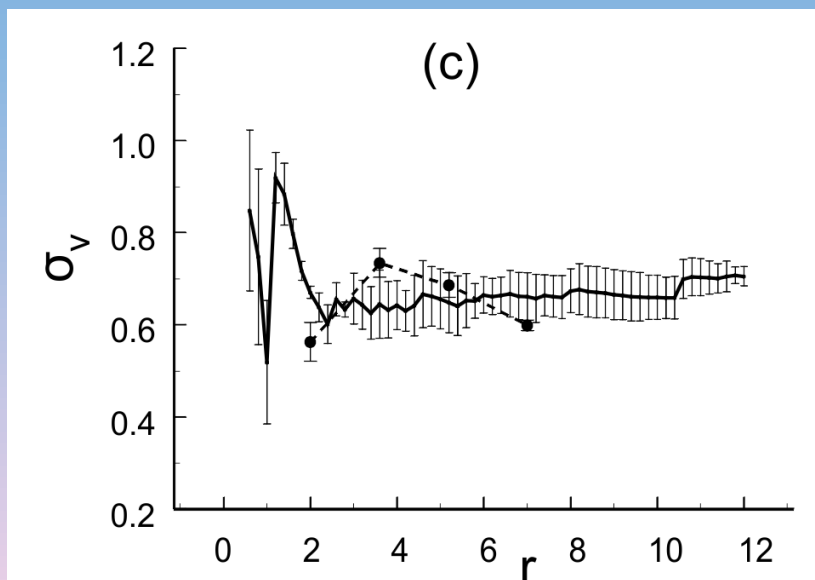
Pleiades



II



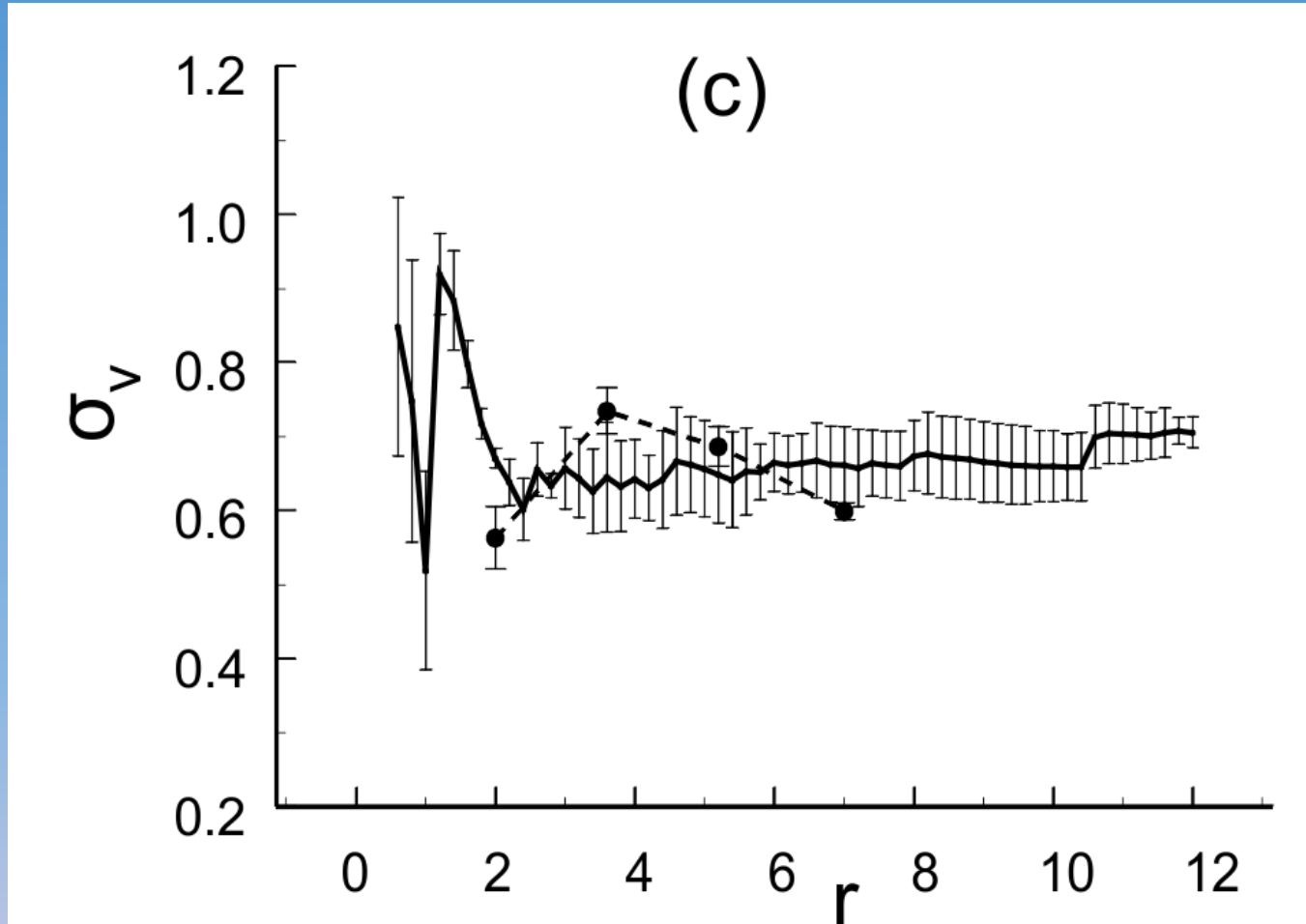
I



III

Среднеквадратичные скорости в пределах сферы радиуса r (скорости в км/с, расстояние в парсеках).

Pleiades



Пунктиром показаны значения $\sigma_v = \sigma_{v,J}$, полученные из условия гравитационной Джинсовской неустойчивости.

α Per

Выборка 1.

$l \in [90; 200]$ град.

$b \in [-55; 45]$ град.

$\pi \in [4.6; 10]$

мсд

$\mu_\alpha \in [14; 26]$

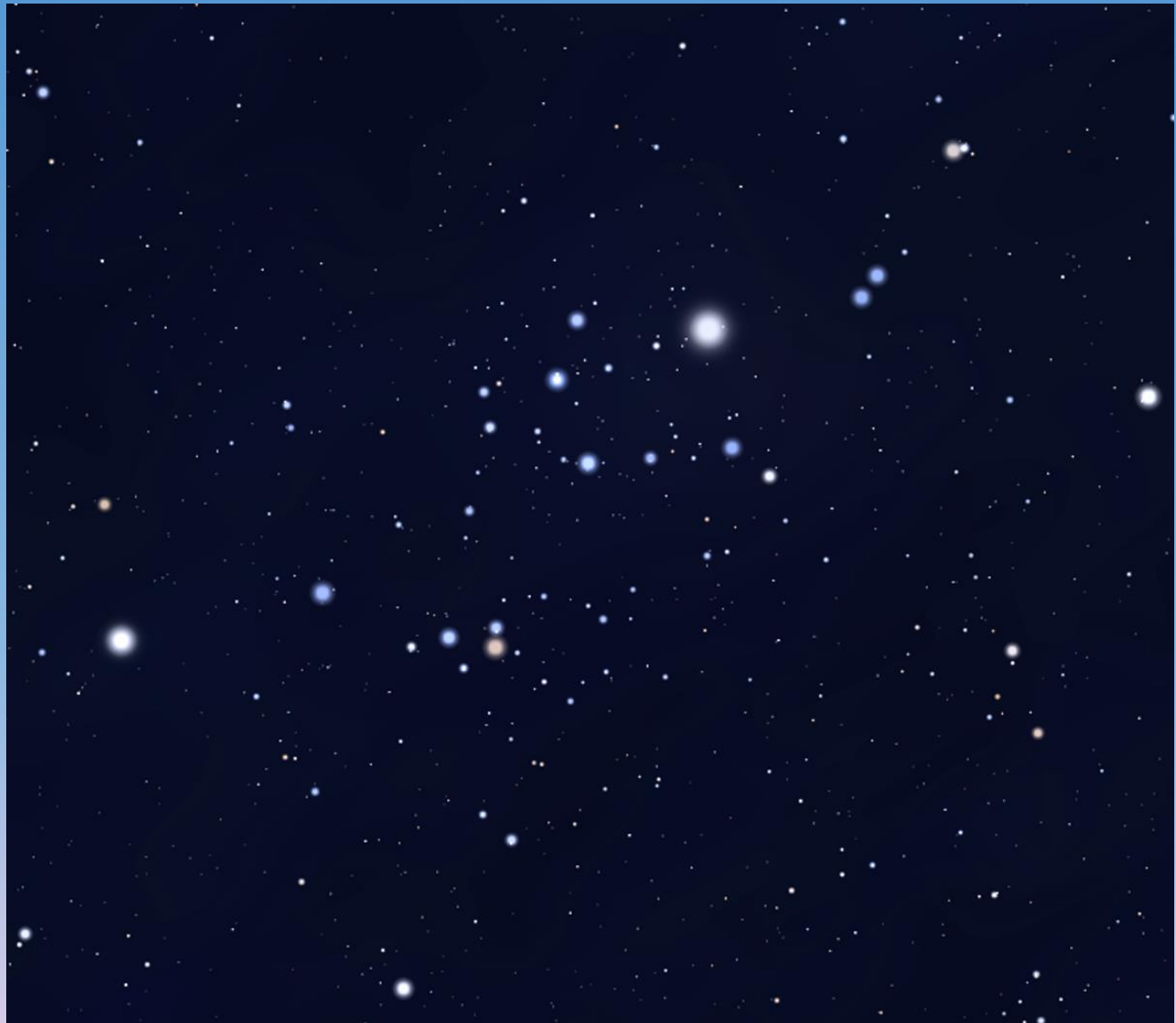
мсд/год

$\mu_\delta \in [-51; -40]$

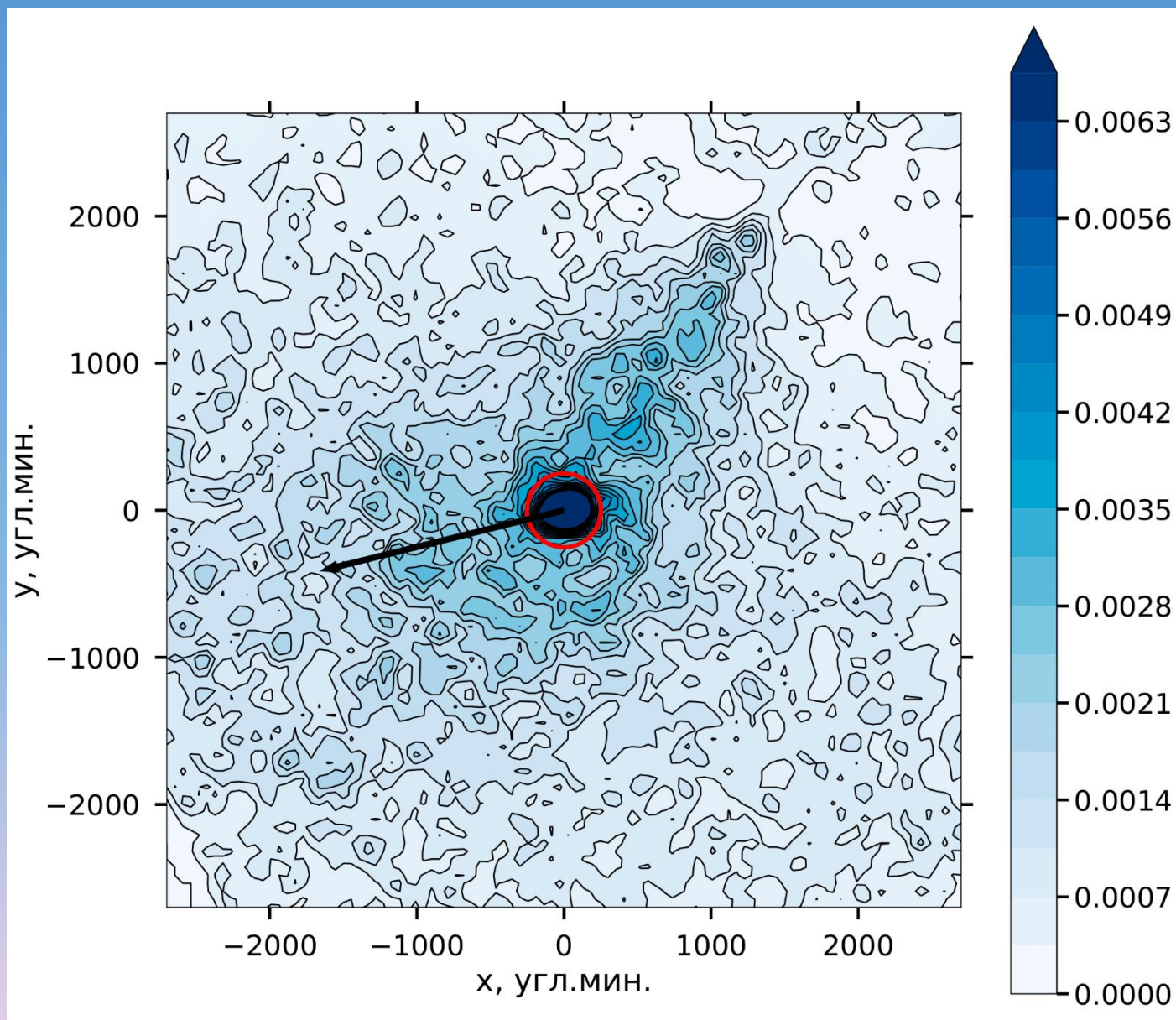
мсд/год

$G \leq 18^m$

32442 звезды.



α Per



α Per

Выборка 2.

$\pi \in [5.05; 6.35]$

мсд

$\mu_l \in [26; 40]$

мсд/год

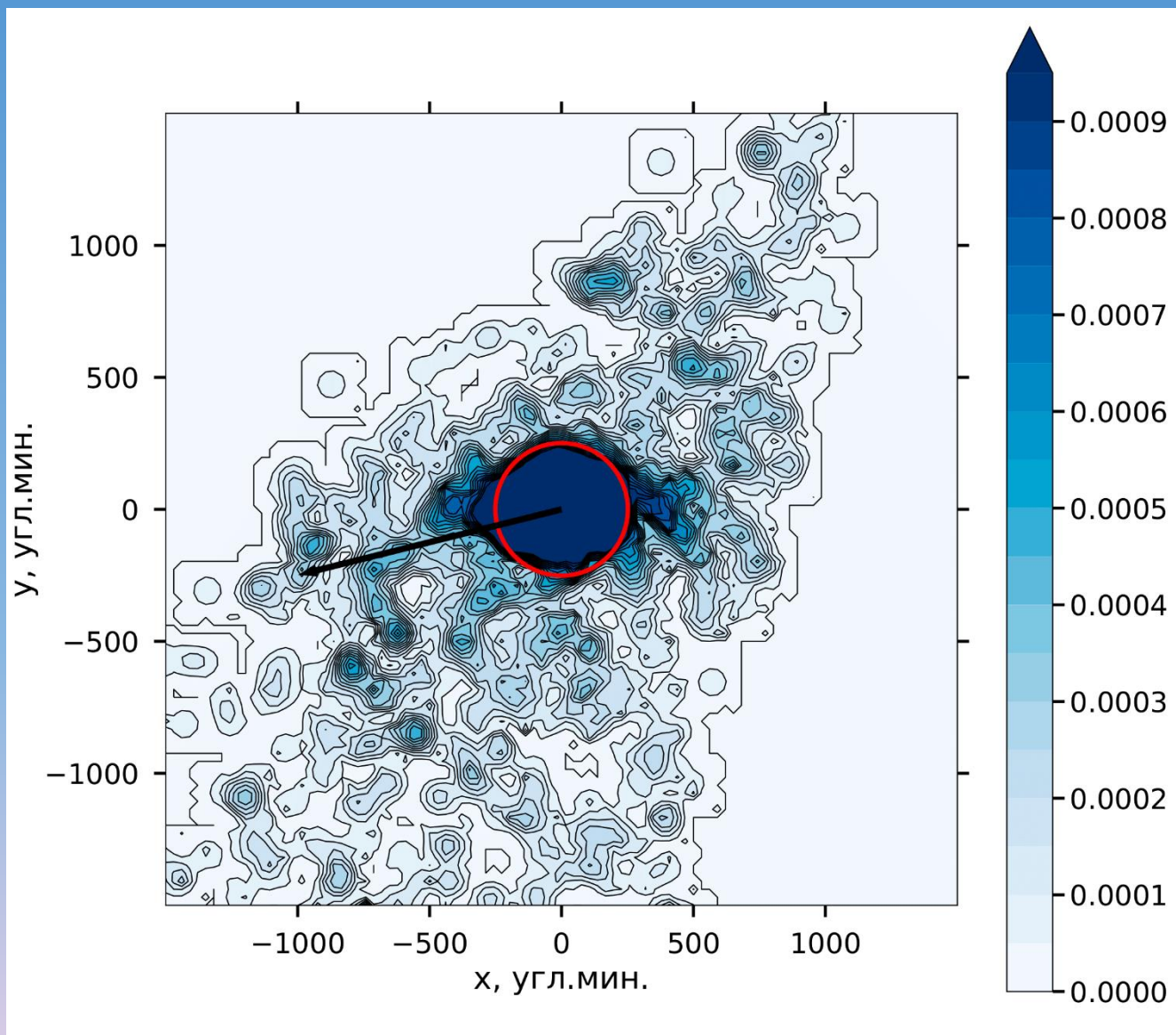
$\mu_b \in [-11; -6]$

мсд/год

1413 звезд.

$M=924 M_\odot$

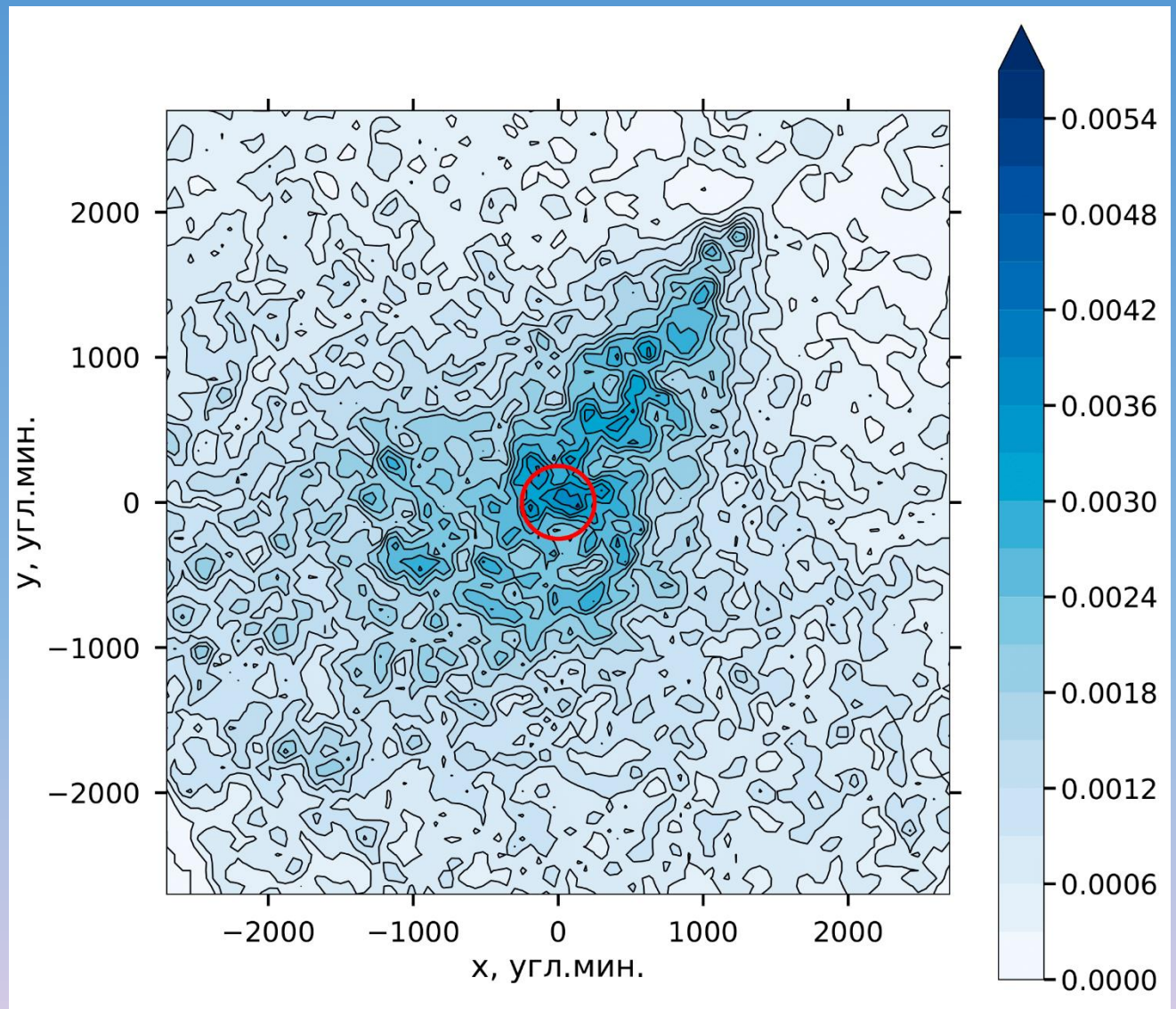
$R_t = 12.8 \pm 0.4$ пк



α Per

Выборка 3 =
Выборка 1 –
Выборка 2

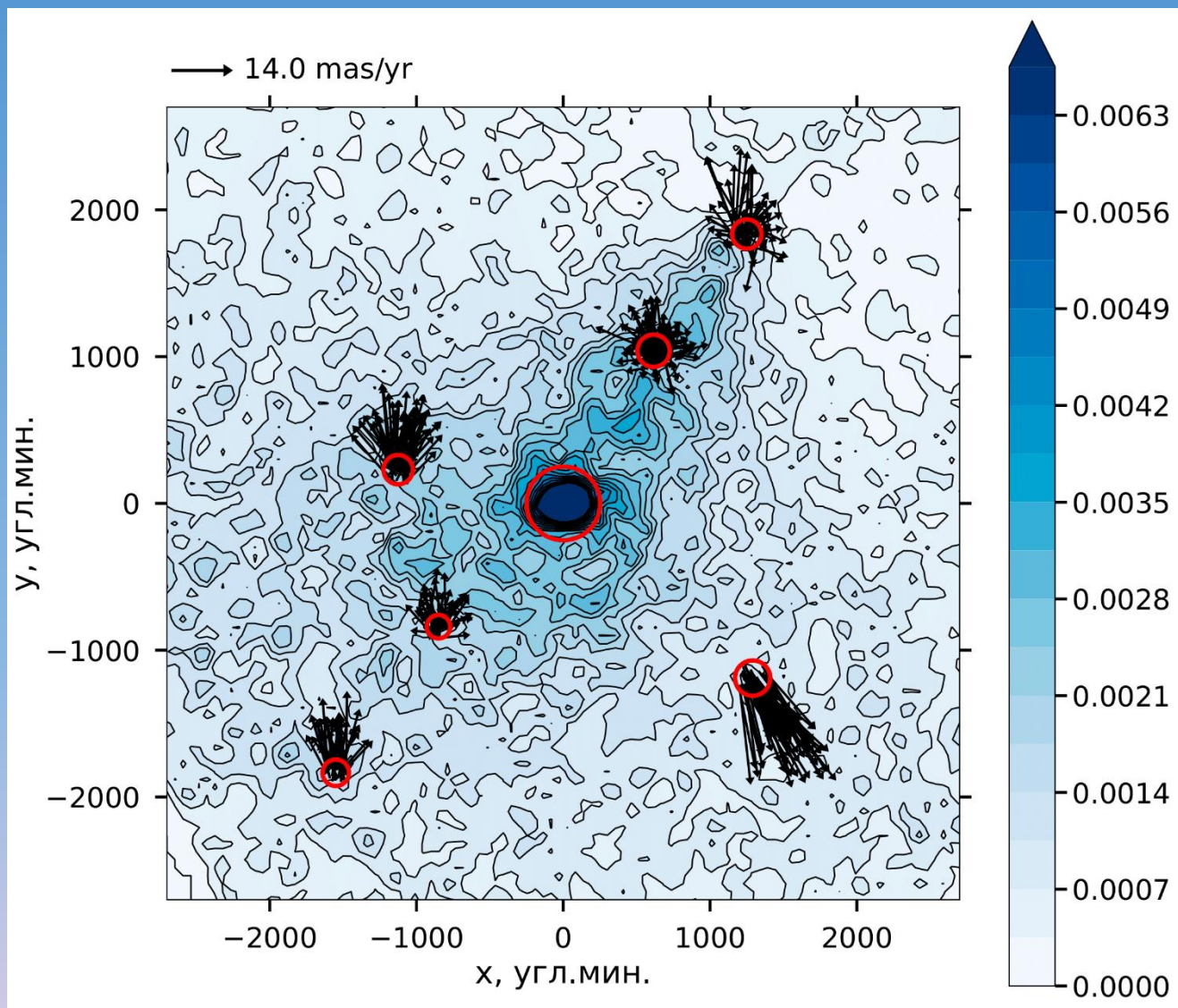
31029 звезд



α Per

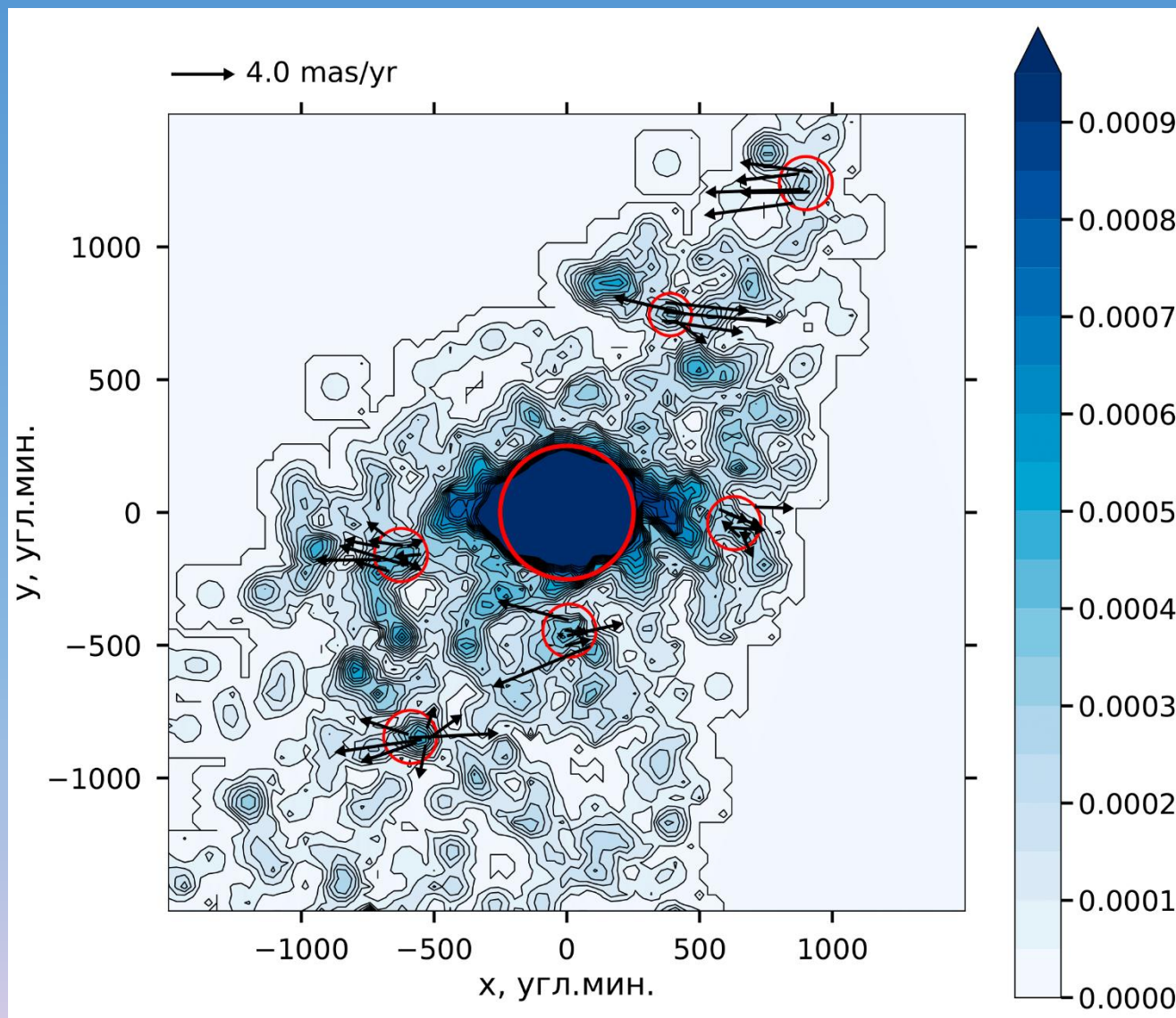
Выборка 1.

Остаточные скорости.



α Per

Выборка 2.
Остаточные
скорости.



Спасибо за внимание!

anton.seleznev@urfu.ru