

О проекте каталога структурных и динамических характеристик рассеянных звездных скоплений

А.Ф Селезнев

О.И.Бородина

М.В.Кулеш

В.В.Никифорова



Контекст

1. Звездные скопления - это наблюдательная основа звездной физики и эволюции, основной индикатор галактической структуры и уникальный объект звездной динамики.
2. Количество известных рассеянных скоплений в Галактике увеличилось с 1500 до почти 4000 за последние 10-15 лет.
3. Появились работы, в которых фундаментальные характеристики рассеянных скоплений были определены на основе автоматических или полуавтоматических процедур. Каталог Kharchenko et al. (2015) содержит 3208 рассеянных скоплений.

При этом, имеются значительные расхождения в определении этих параметров у разных авторов. В работе Netopil et al. (2015), было показано, что по отношению к самому большому каталогу Kharchenko et al. (2013), средние стандартные отклонения для расстояния, возраста и покраснения равны соответственно 1.2 кпк, 0.5 dex и 0.27 звездной величины.

В работе Carraro et al. (2017, in press) на примере ряда рассеянных скоплений анализируются причины расхождений результатов автоматических процедур и индивидуального определения параметров скоплений на основе диаграмм «звездная величина – показатель цвета».

Структурные и динамические характеристики рассеянных скоплений (радиус, число звезд, масса, параметры распределения звезд в скоплении и др.) также ИЗВЕСТНЫ ПЛОХО.

Скопление	Радиус скопления по профилям плотности, 2MASS	Каталог Kharchenko et al. 2005	Данные других авторов	Ссылки	Danilov & Seleznev 1994, метод ДМП, по фотопластинкам в цвете В	Оценки радиусов по 2MASS с помощью метода ДМП
NGC 1502	52-55 (110)	12.6	5	1	24.8±2.5 (31.08)	37 (45)
NGC 1960	10-23 (60)	16.2	22.9	2	20.1±0.6 (31.08)	
NGC 2287	37-57 (120)	30	30	3		46-50 (60)
NGC 2516	88-92 (110)	42	90	3		87 (95)
NGC 2682	43-57 (115)	18.6	60	4,5		
NGC 6819	16-33 (55)		13	6	24.8±2.6 (31.08)	10-22 (40)
NGC 6939	42-105 (160)		85	7	15.5±1.2 (22.2)	21-26 (30)

Каталог структурных и динамических характеристик 103 рассеянных скоплений (Danilov & Seleznev 1994).

1. Звездные подсчеты по фотопластинкам в цвете В, полученным на камере SBG Коуровской астрономической обсерватории.
2. Метод определения реальности, размеров и числа звезд скоплений (Данилов, Маткин, Пыльская 1985; далее ДМП).
3. Был получен ряд важных результатов о динамическом состоянии скоплений, о влиянии на скопления их ближайшего окружения.
4. Основной недостаток – большой разброс абсолютной предельной звездной величины, до которой проводились подсчеты.

Попытки применения метода ДМП к обзорам всего неба.

1. USNO. Основной недостаток — «пустоты» вокруг ярких звезд.
2. 2MASS. Оказалось, что применению метода ДМП мешает бóльшая средняя поверхностная плотность числа звезд и, соответственно, бóльшие флуктуации плотности.

Использование метода kernel estimator:

- Silverman 1986
- Merritt & Tremblay 1994
- Seleznev 2016
- Seleznev et al. 2017

Проект создания нового каталога структурных и динамических характеристик рассеянных звездных скоплений.

1. Не автоматическая процедура. Использование языка Python.
2. Построение функций светимости и функций масс скоплений.
3. Параметры скоплений до одного значения абсолютной предельной звездной величины. Использование 2MASS и UKIDSS.
4. 200 – 300 скоплений.

Первые 9 скоплений выборки.

Скопление	Данные из каталога Loktin & Popova 2017 (accepted)				Данные из Carraro & Seleznev 2012			
	log age	dist mod	dist	color excess	log age	dist mod	dist	color excess
NGC 6834	7.89±0.11	11.59±0.28	2080	0.71±0.06				
NGC 4052	8.50	10.41	1210	0.16	8.60±0.04	11.77±0.20	2200	0.30±0.05
NGC 5715					8.70±0.08	11.05±0.20	1600	0.55±0.10
NGC 6268	7.25	10.08	1040	0.39	8.18±0.02	10.16±0.20	1070	0.40±0.03
NGC 2099	8.54±0.01	10.74±0.29	1420	0.30±0.01				
Cz 38					8.78±0.07	11.43±0.20	1900	1.25±0.10
IC 2714	8.55±0.06	10.48±0.26	1250	0.34±0.01				
NGC 1912	8.47	10.29	1170	0.25				
NGC 7142	9.27±0.07	11.25±0.39	1830	0.39±0.02				

Карты поверхностной плотности.

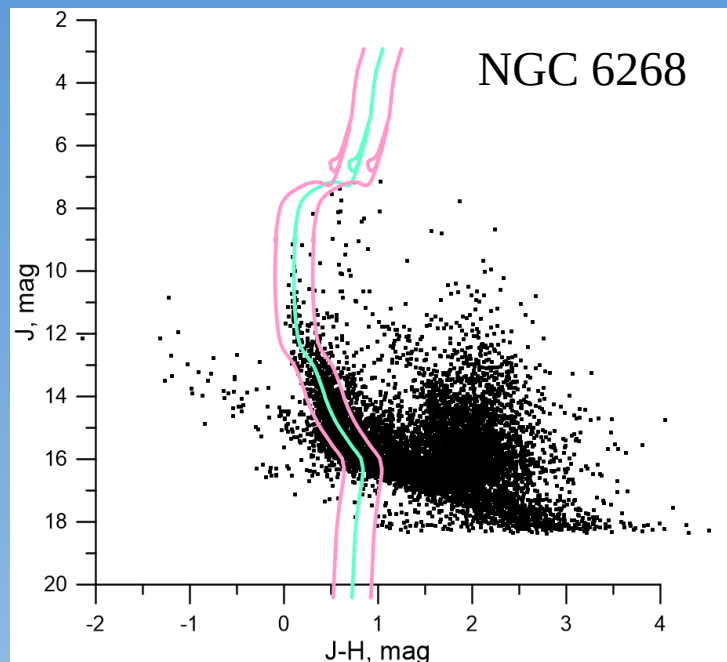
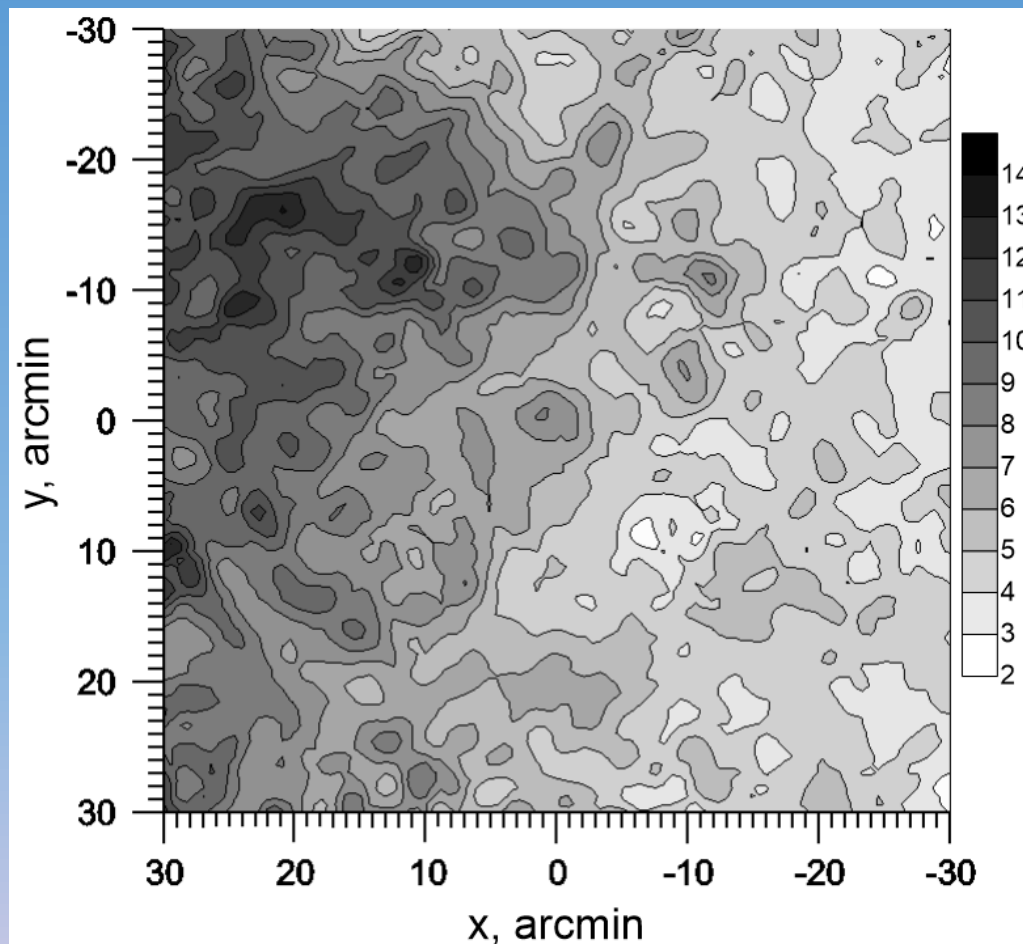


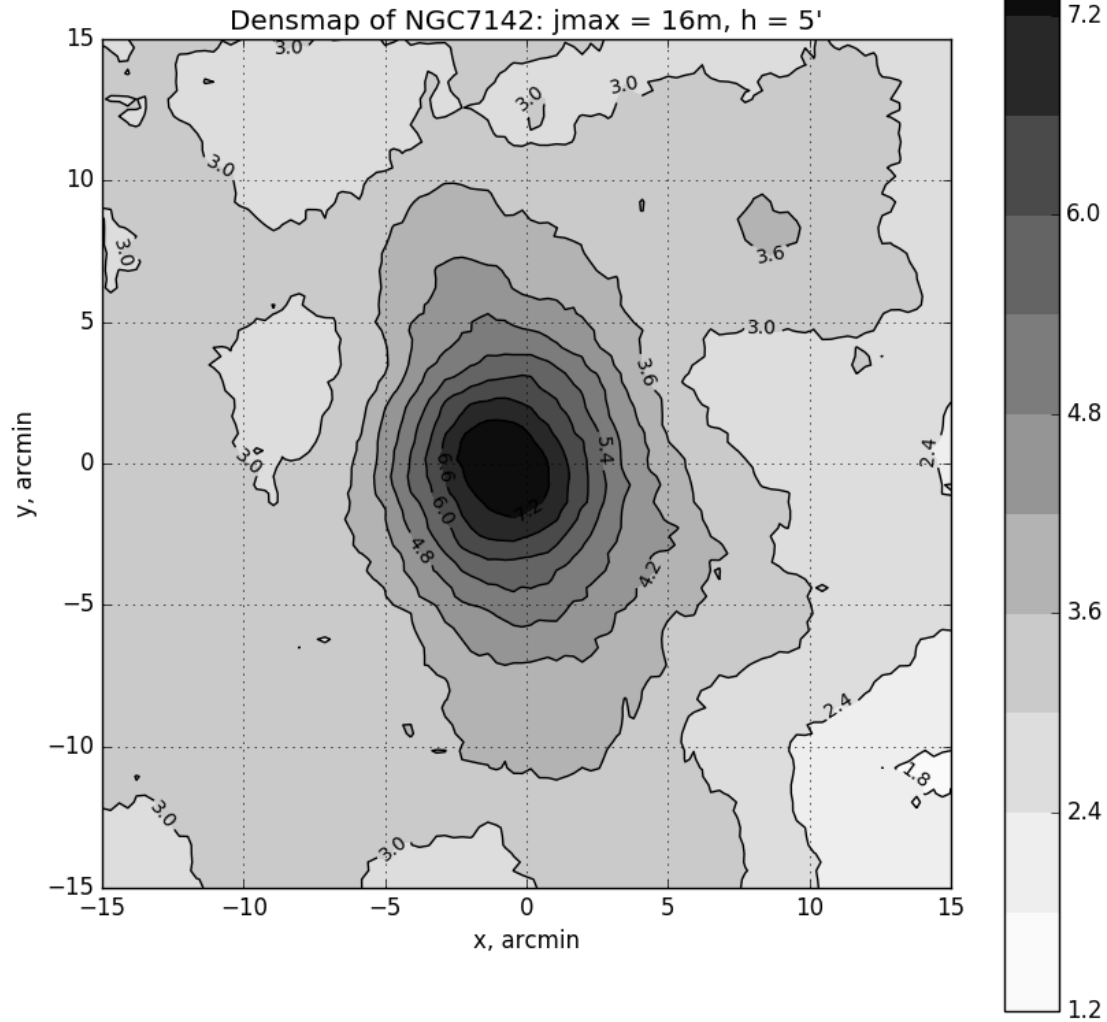
Диаграмма звездная
величина — показатель
цвета для области
радиусом 10 угловых
минут вокруг центра
скопления.



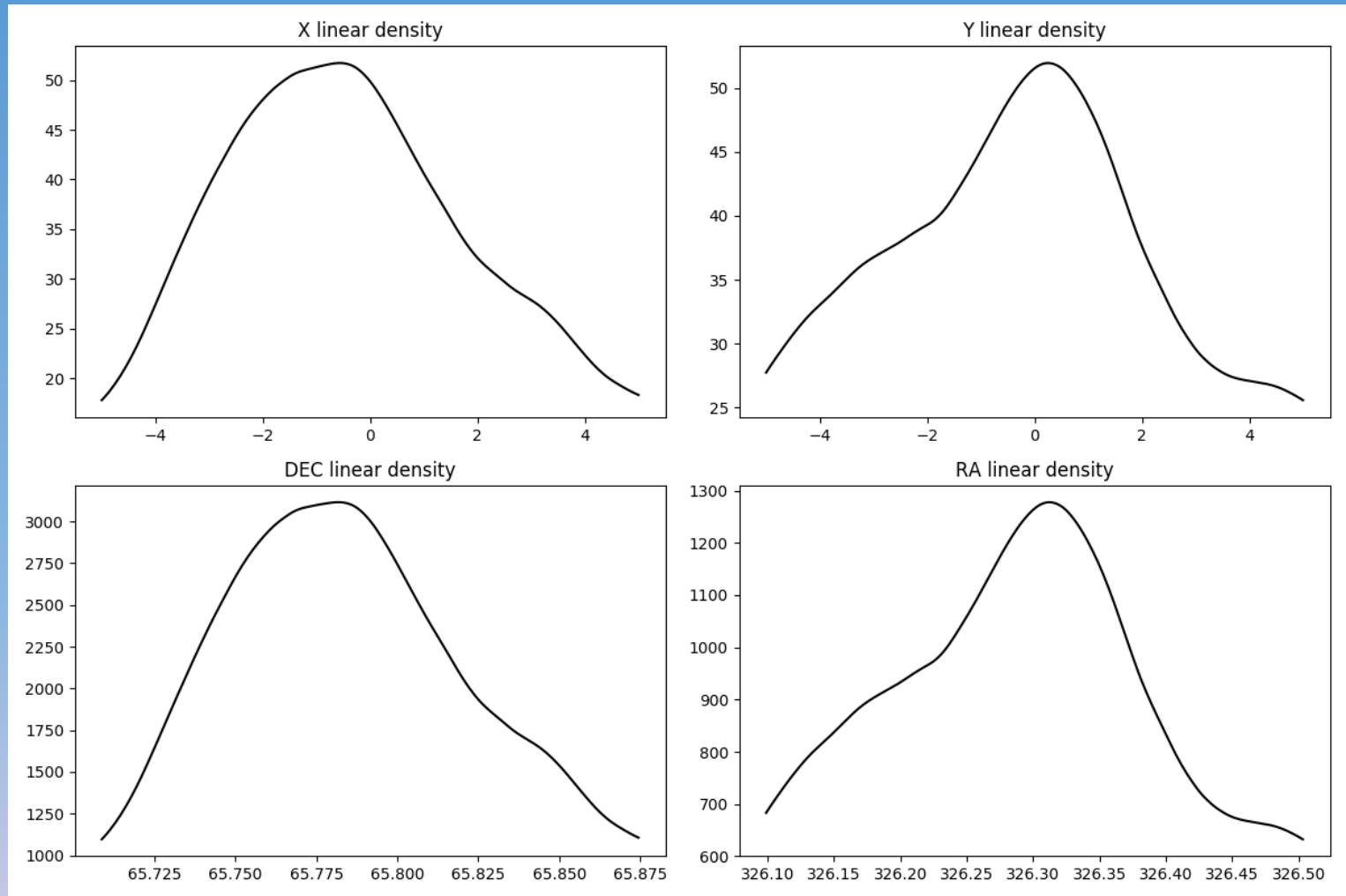
$J_{\text{lim}}=16$ mag, $h=2$ arcmin, коридор
CMD шириной 0.8 mag

NGC 7142

$J_{\text{lim}} = 16 \text{ mag}$
 $h = 2 \text{ arcmin}$



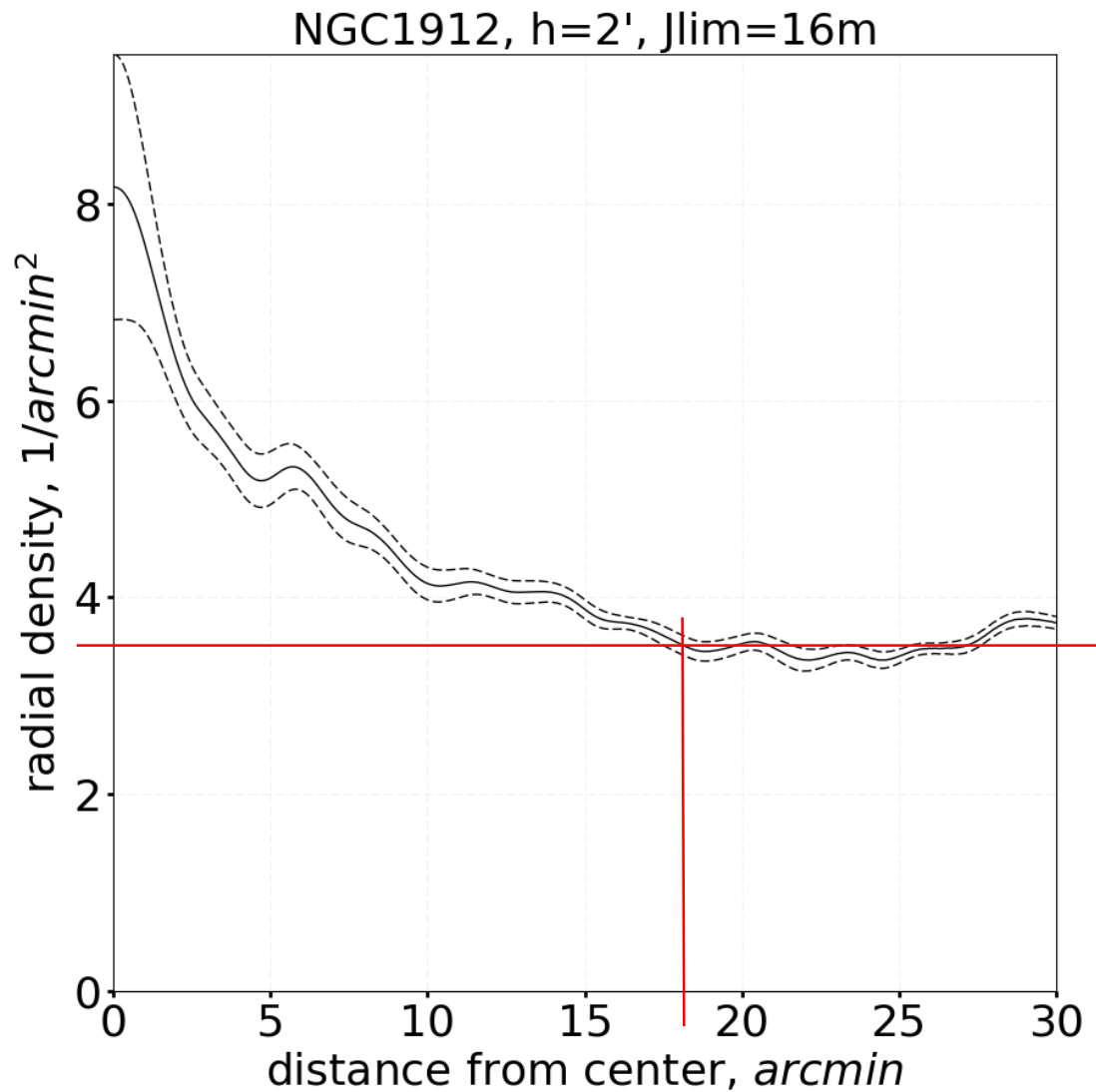
Определение центров скоплений.



NGC 7142 $J_{\text{lim}}=16$ mag, $h=2$ arcmin

Название	x, '	y, '	α , °	δ , °
NGC 6268	-0.40	-0.20	255.3270	-39.7230
NGC 2099	-1.60	1.68	88.0478	+32.5445
Cz 38	0.00	0.01	282.4850	+4.9580
NGC 6834	-1.38	-0.19	298.0478	+29.3871
NGC 4052	-2.63	6.06	180.5393	-63.2588
NGC 5715	-1.56	0.37	220.8866	-57.5929
IC 2714	0.59	-0.47	169.3482	-62.7318
NGC 1912	1.59	-1.51	82.1840	+35.8299
NGC 7142	-0.71	-0.35	326.2896	+65.7790

Радиальные профили поверхностной плотности.



Радиусы и значения плотности фона NGC 1912.

J_{lim}	R, arcmin	Fb, arcmin-2
11	12.3 ± 0.7	0.08 ± 0.02
12	12.7 ± 0.6	0.19 ± 0.03
13	16.4 ± 1.1	0.43 ± 0.05
14	16.6 ± 1.3	0.90 ± 0.07
15	19.0 ± 2.2	1.77 ± 0.07
16	18.0 ± 0.7	3.57 ± 0.11

Получение оценок числа звезд и массы скоплений, NGC 4337 (Seleznev et al. 2017).

Профили плотности

Table 4. Cluster parameters with different limiting magnitudes.

V_{lim}	R_c arcmin	R_c pc	F_b arcmin^{-2}	N_c	r_h arcmin
14	4.6 ± 0.3	2.9 ± 0.2	0.30 ± 0.09	33 ± 19	2.0 ± 1.4
15	6.7 ± 0.7	4.3 ± 0.4	0.66 ± 0.16	117 ± 53	2.3 ± 1.1
16	6.2 ± 0.5	4.0 ± 0.3	1.68 ± 0.26	198 ± 72	2.4 ± 0.9
17	7.0 ± 0.2	4.5 ± 0.1	3.0 ± 0.4	392 ± 122	3.2 ± 1.0
18	7.2 ± 0.2	4.6 ± 0.1	5.5 ± 0.6	650 ± 177	3.7 ± 1.0
19	6.7 ± 0.4	4.3 ± 0.3	11.5 ± 0.8	758 ± 218	3.4 ± 0.9
20	6.5 ± 0.3	4.2 ± 0.2	22.0 ± 1.1	1128 ± 280	3.7 ± 0.6
21	7.0 ± 0.2	4.5 ± 0.1	35.6 ± 1.4	1931 ± 395	4.3 ± 0.6

NGC 4337
 $V_{\text{lim}} = 16 \text{ mag}$
 $h = 1 \text{ arcmin}$

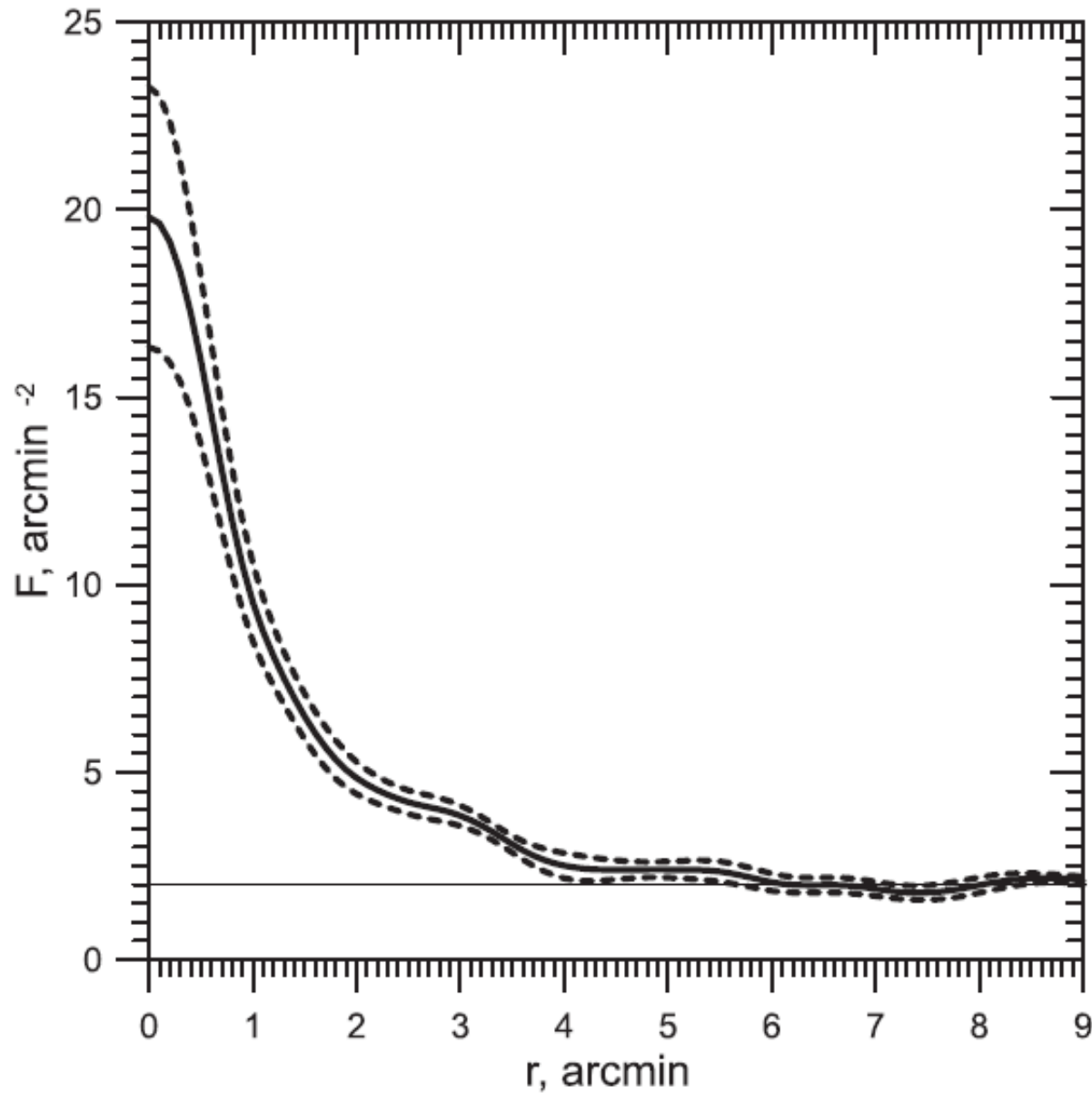
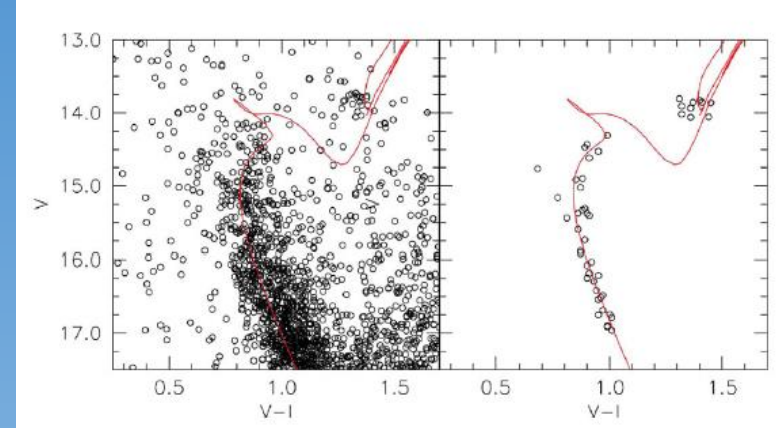
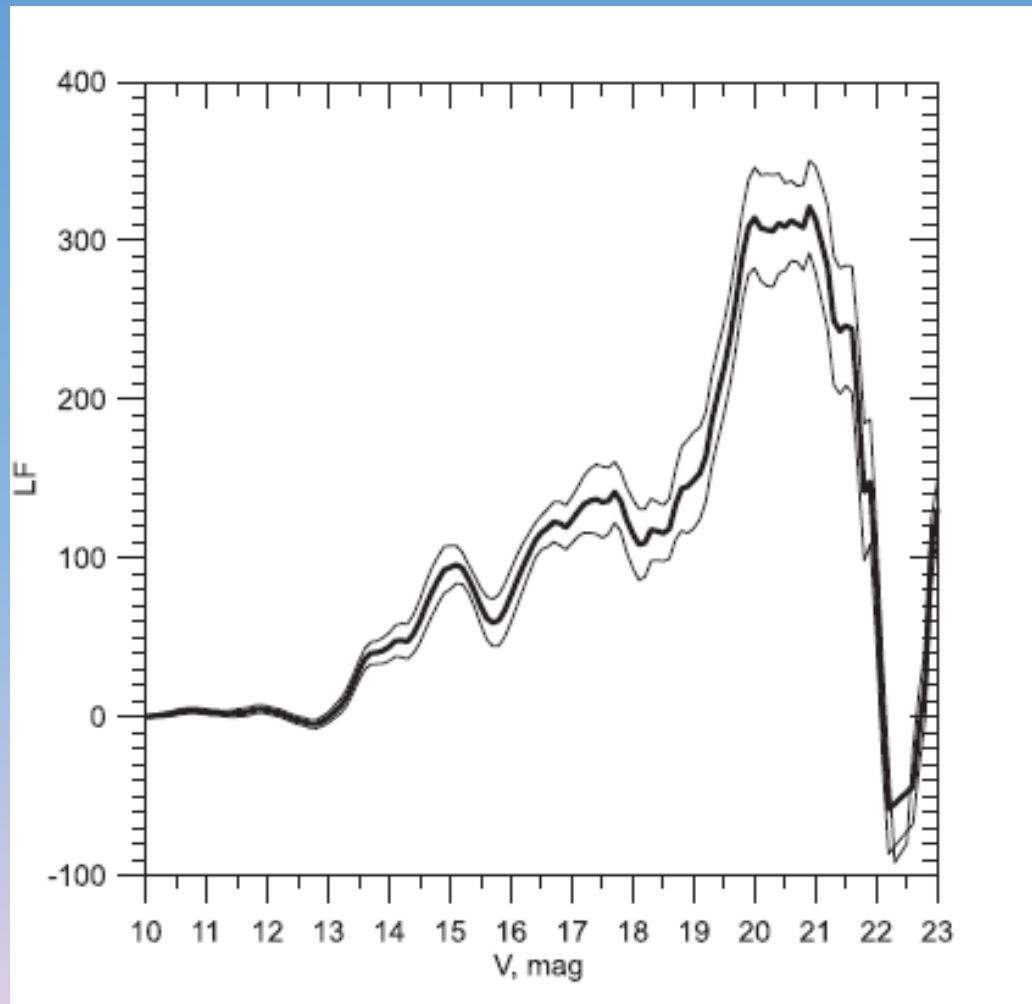


Table 5. Cluster mass estimate.

V	M_V mag	m $M_\odot$	$\langle m_i \rangle$ $M_\odot$	N_i	$\mathfrak{M}_i$ $M_\odot$
14	1.28 ± 0.02	1.90 ± 0.00	1.95 ± 0.00	33 ± 19	64 ± 37
15	2.28 ± 0.02	1.66 ± 0.01	1.78 ± 0.00	84 ± 56	150 ± 100
16	3.28 ± 0.02	1.39 ± 0.01	1.53 ± 0.01	81 ± 89	124 ± 136
17	4.28 ± 0.02	1.17 ± 0.01	1.28 ± 0.01	194 ± 142	248 ± 182
18	5.28 ± 0.02	1.00 ± 0.00	1.09 ± 0.01	258 ± 215	281 ± 234
19	6.28 ± 0.02	0.86 ± 0.01	0.93 ± 0.01	108 ± 281	100 ± 261
20	7.28 ± 0.02	0.74 ± 0.00	0.80 ± 0.01	370 ± 355	296 ± 284
21	8.28 ± 0.02	0.63 ± 0.00	0.69 ± 0.00	803 ± 484	554 ± 334

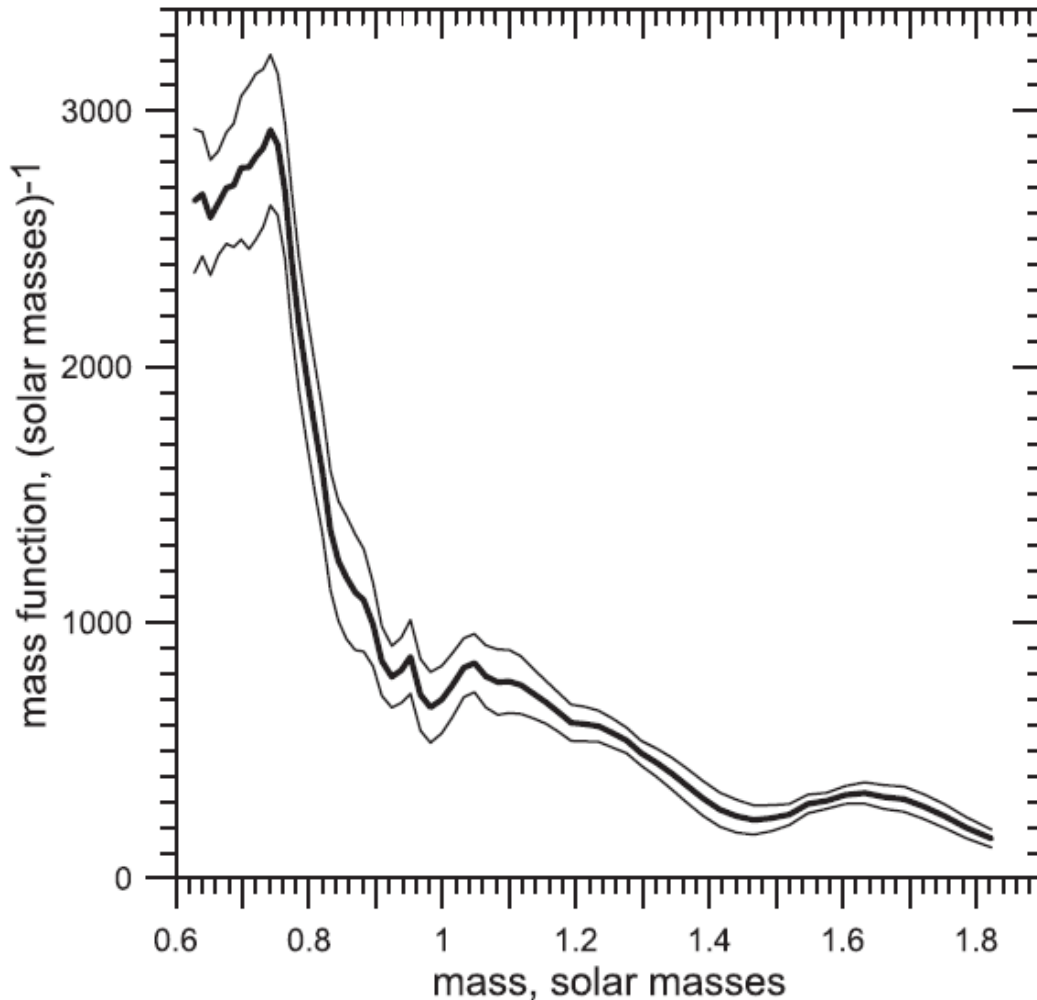
$$\mathfrak{M}=1820\pm620\mathfrak{M}_\odot$$

Функция светимости и функция масс.



$$\varphi(V) = \frac{dN}{dV}$$

$$N = \int_{V_1}^{V_2} \varphi(V) dV$$



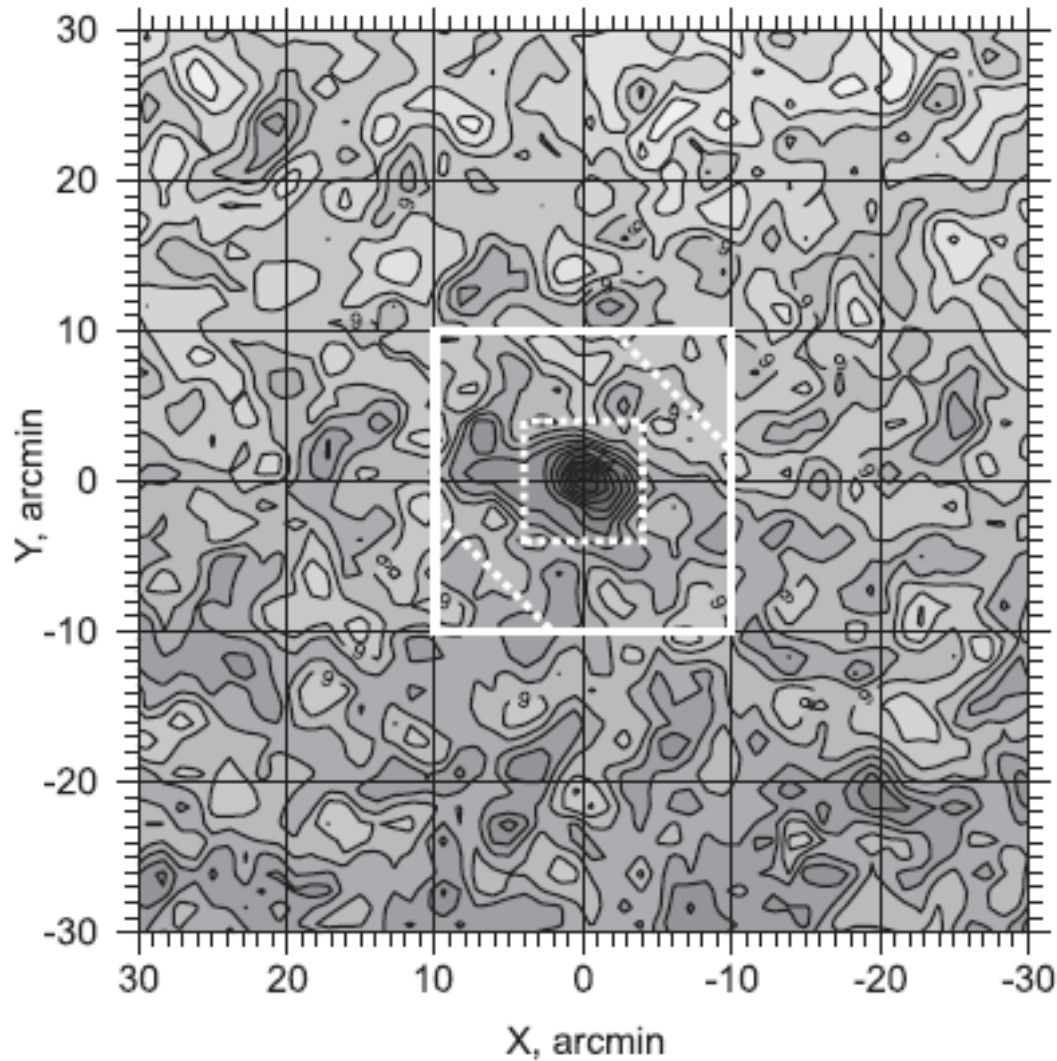
$$\psi(m) = \frac{dN}{dm}$$

$$N = \int_{m_1}^{m_2} \psi(m) dm$$

$$\mathfrak{M} = \int_{m_1}^{m_2} \psi(m) m dm$$

$$\psi(m) = \frac{\varphi(V)}{|m'_V|}$$

$$\mathfrak{M} = 1880 \pm 820 \mathfrak{M}_{\odot}$$



$$M = 980 \pm 140 M_{\odot}$$

$$0.55 \pm 0.24$$

$$V < 14.5 \text{ mag}$$

$$M_{\text{up}} = 103 \pm 67 M_{\odot}$$

Заключение

1. Начата работа по проекту создания каталога структурных и динамических характеристик рассеянных звездных скоплений до одного значения абсолютной предельной величины звезд.
2. Каталог будет включать радиусы скоплений, числа звезд, оценки массы, средние характеристики распределения звезд скопления, и др.
3. Будут получены оценки функций светимости и функций масс скоплений.
4. Актуальность: решит ли все проблемы Gaia?

Спасибо за внимание!