

УДК 52.14+520.823+524.352

В. Н. Андрук<sup>1</sup>, Г. З. Бутенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Главная астрономическая обсерватория НАН Украины  
03680 Киев ГСП, ул. Академика Заболотного 27  
E-mail: andruk@mao.kiev.ua

<sup>2</sup>Международный центр астрономических и медико-экологических исследований,  
03680 Киев ГСП, ул. Академика Заболотного 27  
E-mail: butenko@mao.kiev.ua

## Исследование фотометрической системы 2-м телескопа на пике Терскол

*На 2-м телескопе (пик Терскол, Северный Кавказ, Россия) выполнены ПЗС-наблюдения участка неба в скоплении NGC 6913. Для поля 7'×5' определены величины и координаты звезд до  $V = 20^m$ . Экваториальные координаты звезд получены в системе каталога USNO-A2.0 с точностью 0.35". Определена связь инструментальной фотометрической системы и системы UBVR Джонсона. Кратко описан метод обработки ПЗС-кадров на базе нового способа исключения плоского поля. При экспозиции 300 с средняя квадратичная ошибка одного определения звездной величины для звезд до  $V = 20^m$  составляет 0.02...0.03<sup>m</sup>, ошибка определения прямоугольных координат равна 0.03...0.04". Диапазон линейности шкалы звездных величин ПЗС-приемников PHOTOMETRICS составляет 10<sup>m</sup>.*

*ДОСЛІДЖЕННЯ ФОТОМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ 2-М ТЕЛЕСКОПА НА ПІКУ ТЕРСКОЛ, Андрук В. М., Бутенко Г. З. — На 2-м телескопі (пик Терскол, Північний Кавказ, Росія) виконано ПЗС-спостереження ділянки неба у скупченні NGC 6913. У полі 7'×5' визначено зоряні величини та координати зірок до  $V = 20^m$ . Екваторіальні координати зірок отримано в системі каталогу USNO-A2.0 з точністю 0.35". Визначено зв'язок інструментальної фотометричної системи із системою UBVR Джонсона. Коротко описано метод обробки ПЗС-кадрів на основі нового способу виключення плоского поля. При експозиції 300 с середня квадратична похибка одного визначення зоряної величини для зірок до  $V = 20^m$  становить 0.02...0.03<sup>m</sup>, похибка визначення прямокутних координат дорівнює 0.03...0.04". Діапазон лінійності шкали зоряних величин ПЗС-приймачів PHOTOMETRICS становить 10<sup>m</sup>.*

*INVESTIGATION OF THE PHOTOMETRIC SYSTEM OF THE 2-M TELESCOPE AT THE TERSKOL PEAK OBSERVATORY, by Andruk V. N., Butenko G. Z. — A series of CCD observations of a sky area in the NGC 6913 cluster was made with the use of the 2-m telescope (the Terskol Peak*

*Observatory, Northern Caucasus) to realize the UBVR Johnson system. We derived magnitudes and positions for stars down to  $V = 20^m$  for a sky area of  $7 \times 5$  arcmin. Equatorial coordinates of stars were obtained in the star catalogue USNO A2.0 reference frame with a precision of  $0.35''$ . The instrumental photometric system is determined with respect to the UBVR Johnson system. The procedure for reducing the CCD frames is briefly described which is realized in the LINUX/MIDAS/ROMAFOT on the basis of a new method for field elimination. The rms error is  $0.02 \dots 0.03^m$  for magnitude determination and  $0.03 \dots 0.04''$  for position determination. The linearity of the star magnitude scale of the CCD detectors PHOTOMETRICS is equal to 10 magnitudes.*

#### ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа выполнялась в рамках работ по комплексному исследованию астроклимата и оптики 2-м телескопа на пике Терскол ( $\lambda = 2^h 49^m 59.854^s$ ,  $\varphi = 43^\circ 16' 34.72''$ ). Ранее была исследована оптическая система фокуса Кассегрена [2] и кудэ [3], проанализировано влияние aberrаций на качество фотометрических и астрометрических наблюдений [4]. Целью настоящего исследования было определение точности позиционных и фотометрических ПЗС-наблюдений, исследование фотометрической системы комплекса телескоп + ПЗС-приемник + фильтры, апробация нового способа обработки ПЗС-кадров звездных полей. В качестве объекта для тестирования фотометрической системы телескопа было выбрано молодое рассеяное скопление NGC 6913, хорошо обеспеченное фотоэлектрическими стандартами.

#### НАБЛЮДЕНИЯ И ОБРАБОТКА

Наблюдения в спектральных полосах UBVR системы Джонсона выполнены 26 сентября 1998 г. в фокусе Кассегрена ( $D/F = 1/8$ ) 2-м телескопа на пике Терскол. Наблюдения проведены с двумя ПЗС-камерами PHOTOMETRICS, установленными в системе двухканального фокального редуктора [10]. ПЗС-камеры охлаждаются жидким азотом. Размер рабочего поля матриц для синего канала (полосы U и B) —  $512 \times 512$  пкл, для красного канала (полосы V и R) —  $576 \times 385$  пкл; масштаб 1 пкл при температуре подкупольного помещения  $+6^\circ\text{C}$  составляет  $1.0055 \pm 0.0005''$  (полоса U),  $1.0034 \pm 0.0003''$  (B),  $0.8215 \pm 0.0003''$  (V),  $0.8229 \pm 0.0006''$  (R). Полоса U реализована с фильтром DUG11 ( $\lambda_0 = 338$  нм, FWHM = 75 нм,  $\tau_{\text{max}} = 0.832$ ), полоса B — с фильтрами BB (соответственно 431, 95, 0.946) + BG39/2 (472, 235, 0.928), полоса V — с фильтром V (531, 102, 0.920), полоса R — с фильтром GUNN R (680, 111, 0.948). Сравнение кривых реакции полос UBVR системы Джонсона [7] и фильтров фотометрической системы 2-м

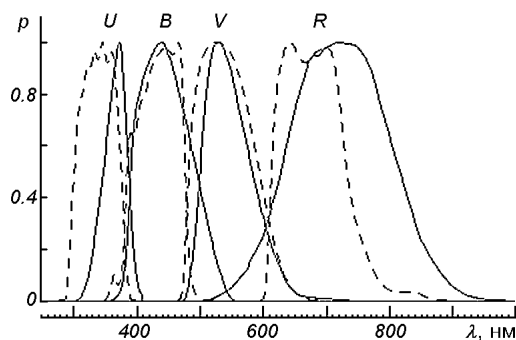


Рис. 1. Кривые реакции UBVR системы Джонсона (сплошная линия) и фильтров фотометрической системы 2-м телескопа (штриховая линия)

Таблица 1. Журнал наблюдений скопления NGC 6913

UT	$\Delta t$ , с	T, ч	X	Полоса	M	N
17 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 12 <sup>s</sup>	10	0.61	1.0107	U	16.1 <sup>m</sup>	18
17 51 28	300	0.65	1.0117	U	20.0	87
17 58 09	600	0.76	1.0148	U	20.7	131
17 17 19	300	0.08	1.0036	B	22.1	152
17 26 56	600	0.23	1.0045	B	22.3	151
17 39 43	60	0.45	1.0074	B	21.7	145
17 44 07	10	0.52	1.0088	B	19.3	87
17 49 41	10	0.62	1.0109	V	20.7	221
17 53 39	300	0.68	1.0126	V	22.6	258
17 01 39	60	0.82	1.0166	V	21.8	276
17 05 16	120	0.88	1.0187	V	22.4	287
17 17 18	300	0.07	1.0036	R	21.7	417
17 27 20	600	0.24	1.0046	R	21.8	385
17 40 28	60	0.46	1.0076	R	21.4	365
17 45 10	10	0.54	1.0092	R	20.3	326

телескопа показано на рис. 1.

В табл. 1 представлен журнал наблюдений области  $7' \times 5'$  с центром  $\alpha = 20^h 23^m 42^s$ ,  $\delta = 28^\circ 33'$  в скоплении NGC 6913, где приводятся часовой угол  $T$ , воздушная масса  $X$ , предельная звездная величина для ПЗС-кадра  $M$ , количество  $N$  звезд в кадре.

Обработка наблюдений проводилась с помощью пакета MIDAS/ROMAFOT [13] по методу, описанному в работе [8]. Для применения метода необходимо только два ПЗС-кадра: кадр изображения звездного поля  $S_{ij}$  и кадр темнового тока  $D_{ij}$ , полученные с одинаковой экспозицией. Особенностью метода является выделение пространственной огибающей плоского поля  $F_{ij}$  из кадра изображения звездного поля. Результирующий кадр  $I_{ij}$ , свободный от фотометрической ошибки поля, определяется по формуле  $I_{ij} = (S_{ij} - D_{ij}) / \langle F_{ij} - D_{ij} \rangle$ .

Некоторые изображения ярких звезд, оказавшиеся переэкспонированными, предварительно реставрировались. Точность реставрации составляет менее  $0.1^m$ . Медианная фильтрация и сглаживание позволили провести фотометрическую коррекцию «горячих» пикселей. В результате обработки были получены следующие данные о зарегистрированных объектах: прямоугольные координаты  $X$  и  $Y$  в системе координат матрицы, фотометрические величины в инструментальной системе, значения интенсивности в центре и полная ширина на половине максимальной интенсивности (FWHM) для двумерного гауссового распределения интенсивности изображения звезды.

#### КООРДИНАТЫ И ФОТОМЕТРИЯ ОБЪЕКТОВ

Начальным этапом работы было определение экваториальных координат и фотометрических величин звезд, зарегистрированных на ПЗС-кадрах. В качестве опорного астрометрического каталога был использован каталог USNO A2.0. Тангенциальные координаты  $\xi_i$  и  $\eta_i$  опорных звезд определялись из решения методом наименьших квадратов систем уравнений следующего вида:

$$\xi_i = a_1 X_i + b_1 Y_i + c_1 + d_1 X_i^2 + e_1 X_i Y_i + f_1 Y_i^2,$$

$$\eta_i = a_2 X_i + b_2 Y_i + c_2 + d_2 X_i^2 + e_2 X_i Y_i + f_2 Y_i^2,$$

где  $X_i$ ,  $Y_i$  — прямоугольные координаты звезды. Количество  $N$  опорных

Рис. 2. Зависимости разностей  $\Delta X$  (точки),  $\Delta Y$  (крестики) прямоугольных координат: *a* — от шкалы звездных величин *U*, *B*, *V* и *R*, *б* — от расстояния *r* до центра кадра

звезд в поле зрения составляло 70...150 в зависимости от экспозиции; средние квадратичные ошибки (с.к.о.) решения уравнений равны 0.32...0.35" и обусловлены большей частью ошибками каталога USNO A2.0. Ошибки определения координат и звездных величин по внутренней сходимости рассмотрены для синего и красного каналов отдельно.

На рис. 2, *a* показаны зависимости разностей прямоугольных координат  $\Delta X$  (точки),  $\Delta Y$  (крестики) от звездных величин *U*, *B*, *V* и *R*. Значения  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  получены вычитанием координат звезд для кадров с разными экспозициями: 300 и 600 с для полос *U* и *B*, 10 и 300 с (*V*), 10 и 60 с (*R*). Погрешность определения координат для объектов, ярче предельно зарегистрированных на 2.5<sup>m</sup>, составила в среднем 0.03...0.04". На рис. 2, *б* показано распределение  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  по расстоянию *r* от центра поля матрицы. Видно, что систематической ошибки определения координат по полю матрицы нет.

Предел линейности динамического диапазона регистрирующей матрицы определялся путем сравнения фотометрических величин звезд, полученных при разных экспозициях: 300 и 600 с (полосы *U*, *B*), 60 и 300 с (полоса *V*), 60 и 600 с (полоса *R*). На рис. 3, *a* даны зависимости соответствующих разностей звездных величин  $\Delta U$ ,  $\Delta B$ ,  $\Delta V$  и  $\Delta R$  от *U*, *B*, *V* и *R*. С.к.о. одного определения звездной величины для объектов ярче предельно зарегистрированных на 2.5<sup>m</sup> составляет в среднем 0.02—0.03<sup>m</sup>. Линейность шкалы звездных величин составляет 10<sup>m</sup> при значениях фона от неба, не превышающих несколько тысяч единиц ADU. Отсутствие фотометрической ошибки поля демонстрируется на рис. 3, *б*, где разности звездных величин для кадров с длинной и короткой экспозициями представлены в зависимости от расстояния *r* до центра кадра.

#### ФОТОМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КАТАЛОГА

Как видно из табл. 1, все наблюдения проведены на малых зенитных расстояниях в узком интервале воздушных масс  $X = 1.004...1.019$ . Поэтому оказалось возможным использовать средние значения коэффициентов экс-

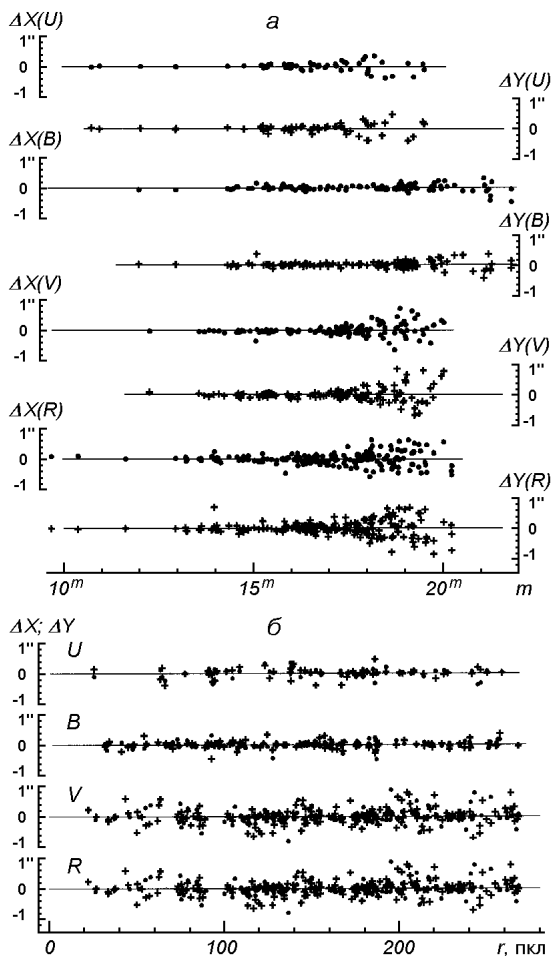
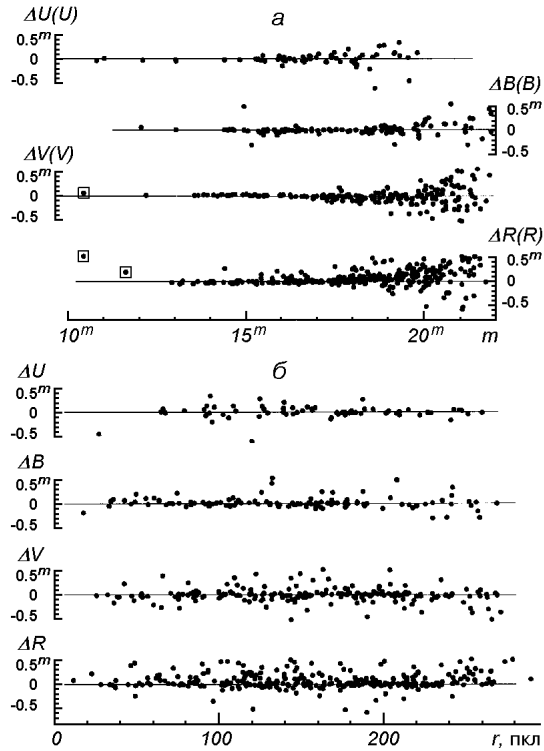


Рис. 3. Зависимости разностей звездных величин  $\Delta U$ ,  $\Delta B$ ,  $\Delta V$  и  $\Delta R$ : *a* — от шкалы звездных величин  $U$ ,  $B$ ,  $V$  и  $R$ , *б* — от расстояния  $r$  до центра кадра; квадратики — значения, полученные путем восстановления переэкспонированных изображений



тинкции для астропункта наблюдений:  $k_U = 0.447^m$ ,  $k_B = 0.241^m$ ,  $k_V = 0.158^m$ ,  $k_R = 0.106^m$  [1]. Определение нуль-пунктов шкалы звездных величин инструментальной фотометрической системы относительно шкалы звездных величин системы Джонсона выполнено по девяти или восьми общим звездам из каталога [6]. Каталог [6] содержит фотоэлектрические величины звезд в системе  $UBV$ ; для скопления NGC 6913 фотоэлектрические измерения выполнены в работе [9].

Для вычисления необходимых величин  $R$  мы воспользовались формулой связи, полученной ранее одним из авторов [1]:

$$R = B - 0.066 - 1.75(B - V) + 0.146(B - V)^2 - 0.067(B - V)^3, \quad \sigma = 0.072.$$

Для дальнейшей обработки наблюдательный фотометрический материал, полученный с разными экспозициями, был приведен к экспозиции 60 с. После исправлений инструментальных значений  $(u - b)_i$ ,  $(b - v)_i$ ,  $v_i$ ,  $(v - r)_i$  за экстинкцию связь фотометрической системы 2-м телескопа с  $UBVR$  системой Джонсона определялась из решения методом наименьших квадратов систем уравнений

$$\begin{aligned} (U - B)_i &= A_1(u - b)_i + D_1, \\ (B - V)_i &= A_2(b - v)_i + D_2, \\ V_i &= A_3(B - V)_i + D_3 + C_3 v_i, \\ (V - R)_i &= A_4(v - r)_i + D_4, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $i = 1, 2, \dots, n$  ( $n$  — количество измерений стандартов, равное 26...30). Ошибки решения систем уравнений вида (1) составили  $\sigma_{(U-B)} = 0.095^m$ ,  $\sigma_{(B-V)} = 0.053^m$ ,  $\sigma_V = 0.043^m$ ,  $\sigma_{(V-R)} = 0.051^m$ . Значения коэффициентов перехода от инструментальных фотометрических величин к величинам в системе Джонсона оказались следующими:  $A_1 = 0.777$ ,  $D_1 = -2.194$ ,  $A_2 = 1.146$ ,  $D_2 = -1.072$ ,  $A_3 = -0.156$ ,  $D_3 = 27.564$ ,  $C_3 = 1.000$ ,  $A_4 = 0.595$ ,  $D_4 = 0.441$ .

Связь фотометрических систем, полученная из уравнений (1), показана на рис. 4.

На практике могут быть полезны следующие уравнения для определения нуль-пунктов инструментальной системы, не учитывающие информацию о цветах звезд:

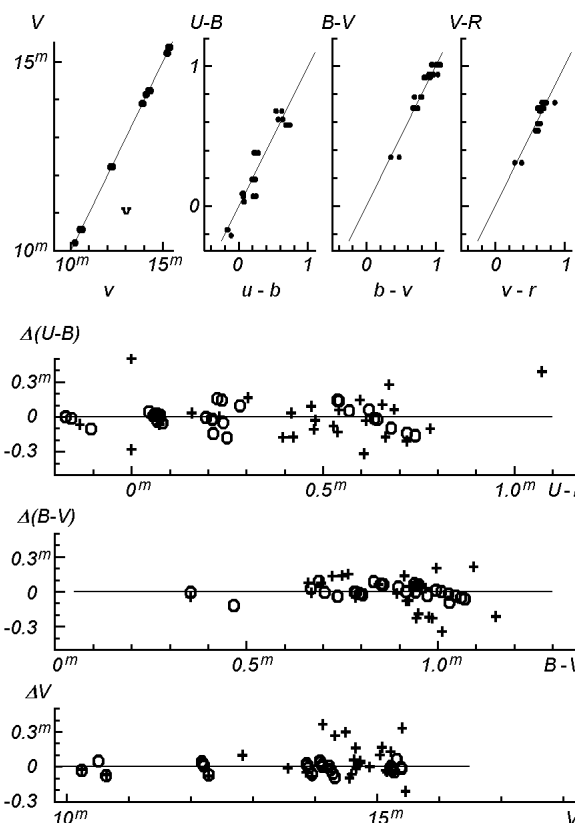


Рис. 4. Связь фотометрических величин инструментальной системы  $ubvr$  с системой  $UBVR$  Джонсона

Рис. 5. Разности значений  $U - B$ ,  $B - V$ ,  $V$ , полученных в данной работе, со значениями [9] (кружки) и [12] (крестики). По оси абсцисс — данные [9]

$$\begin{aligned}
 U &= a_1 u + d_1, \\
 B &= a_2 b + d_2, \\
 V &= a_3 v + d_3, \\
 R &= a_4 r + d_4.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

По нашим исследованиям  $a_1 = a_2 = a_3 = a_4 = 1.0000$ ,  $d_1 = 23.709$ ,  $d_2 = 26.602$ ,  $d_3 = 27.425$ ,  $d_4 = 27.110$ .

В рамках нашей работы значения  $U - B$ ,  $B - V$ ,  $V$ ,  $V - R$  получены на основе редуционных уравнений вида (1). На рис. 5 представлены отличия этих значений от фотоэлектрических стандартов [9] (кружки) и ПЗС-данных [12] (крестики). Заметно значительное расхождение полученных нами значений  $U - B$ ,  $B - V$  и  $V$  с данными работы [12]. В работе [11] также было показано, что шкала [12] не соответствует шкале фотоэлектрических стандартов [9]. По-видимому, редуция в работе [12] выполнена на основании уравнений вида (2), но коэффициенты  $a_j$  не равны 1 уже во втором знаке. Поскольку наши редуцированные значения  $U - B$ ,  $B - V$  и  $V$  хорошо согласуются с фотоэлектрическими стандартами (рис. 3), нашу шкалу звездных величин можно экстраполировать в область слабых звезд до  $V = 22^m$  (табл. 1).

#### КАТАЛОГ U-, B-, V-, R-ВЕЛИЧИН ЗВЕЗД В ОБЛАСТИ СКОПЛЕНИЯ NGC 6913

В табл. 2 приведен каталог положений и величин звезд в системе  $UBVR$  Джонсона. За основу были взяты общие звезды в полосе  $B$  (экспозиция 600 с) и в полосе  $V$  (экспозиция 120 с). Экваториальные координаты в системе каталога USNO A2.0 определены как среднее значение для  $B$ - и

Таблица 2. Каталог U, B, V, R величин звезд в области скопления NGC 6913

№	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	U	B	V	R
1	20 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 23.473 <sup>s</sup>	38°34'33.30"	17.887 <sup>m</sup>	16.792 <sup>m</sup>	15.873 <sup>m</sup>	—
2	20 23 23.682	38 33 28.98	16.556	15.953	14.866	15.801 <sup>m</sup>
3	20 23 23.964	38 32 10.08	16.452	15.957	15.054	14.527
4	20 23 23.988	38 31 20.38	15.614	14.556	12.745	11.881
5	20 23 24.256	38 32 36.45	17.127	16.390	15.299	14.515
6	20 23 24.512	38 34 26.12	—	19.798	17.880	16.805
7	20 23 25.249	38 30 21.90	18.081	17.358	15.929	15.102
8	20 23 25.308	38 34 59.83	16.704	16.398	15.364	14.586
9	20 23 25.423	38 34 20.88	—	21.448	18.782	17.794
10	20 23 25.425	38 34 44.32	—	21.452	18.798	17.792
11	20 23 25.484	38 33 54.99	16.093	15.562	14.708	14.065
12	20 23 25.609	38 32 34.31	17.045	15.920	14.159	13.216
13	20 23 25.983	38 33 30.82	—	19.606	17.781	16.838
14	20 23 26.341	38 34 02.33	—	20.223	18.972	18.011
15	20 23 26.775	38 30 32.89	19.988	19.051	17.196	16.194
16	20 23 27.626	38 31 37.63	16.304	15.990	15.188	14.556
17	20 23 28.265	38 33 26.92	19.631	18.914	17.257	16.295
18	20 23 28.283	38 32 36.15	19.788	18.794	17.199	16.244
19	20 23 28.458	38 31 26.46	15.212	14.649	13.799	13.129
20	20 23 28.789	38 33 21.25	19.606	19.173	17.612	16.583
21	20 23 29.084	38 30 50.83	—	19.816	17.779	16.755
22	20 23 29.154	38 33 50.04	17.984	17.073	15.230	14.123
23	20 23 29.227	38 30 33.36	—	22.786	19.056	18.037
24	20 23 29.247	38 30 08.66	18.361	18.028	21.246	—
25	20 23 29.469	38 34 55.29	15.399	15.041	14.216	13.555
26	20 23 29.700	38 32 10.93	—	18.954	17.289	16.401
27	20 23 29.938	38 31 36.39	16.590	16.066	14.833	14.024
28	20 23 30.171	38 30 38.63	19.666	18.894	17.083	16.089
29	20 23 30.288	38 33 00.35	17.850	17.139	15.974	15.149
30	20 23 30.599	38 31 29.27	—	21.117	18.525	17.444
31	20 23 30.616	38 30 22.53	—	19.042	18.735	17.136
32	20 23 30.648	38 31 24.19	—	21.946	19.874	18.038
33	20 23 30.699	38 30 25.20	—	19.005	17.367	16.459
34	20 23 30.784	38 31 26.81	—	21.158	20.019	18.183
35	20 23 31.262	38 31 11.14	20.111	20.858	18.381	17.402
36	20 23 31.472	38 30 55.46	—	19.731	17.912	16.965
37	20 23 32.174	38 32 15.76	19.076	18.441	17.071	16.185
38	20 23 32.490	38 30 19.30	15.954	15.452	14.613	13.933
39	20 23 33.274	38 32 20.52	19.443	19.007	17.474	16.557
40	20 23 33.582	38 34 33.85	19.949	19.016	17.338	16.385
41	20 23 33.615	38 31 55.33	19.148	18.685	17.286	16.247
42	20 23 33.645	38 32 05.49	—	20.661	18.089	16.888
43	20 23 33.664	38 33 25.06	19.224	18.520	17.070	16.141
44	20 23 33.698	38 33 07.30	—	22.603	19.382	18.755
45	20 23 33.714	38 30 45.20	16.787	16.111	15.253	14.591
46	20 23 33.886	38 30 10.80	17.608	17.111	16.667	17.302
47	20 23 33.891	38 31 18.34	—	22.942	19.112	17.766
48	20 23 34.543	38 34 04.01	—	20.147	17.868	16.712
49	20 23 34.563	38 32 47.95	—	21.460	19.160	17.952
50	20 23 34.986	38 30 36.18	16.895	16.469	15.423	14.687
51	20 23 35.125	38 33 16.07	—	19.247	17.465	16.491
52	20 23 35.260	38 34 41.20	—	19.802	17.928	16.994
53	20 23 35.331	38 30 14.75	—	21.491	18.480	17.371
54	20 23 35.346	38 32 03.40	—	22.145	18.754	17.630
55	20 23 35.774	38 35 07.04	—	19.997	18.473	17.523
56	20 23 35.898	38 31 36.93	18.560	18.042	16.628	15.689
57	20 23 36.096	38 32 12.15	—	20.849	18.550	17.548
58	20 23 36.241	38 34 07.14	19.358	18.759	17.223	16.266
59	20 23 36.660	38 34 28.95	15.418	15.348	14.621	14.023
60	20 23 36.705	38 30 29.55	15.023	14.828	14.090	13.470
61	20 23 36.736	38 34 49.33	18.345	17.473	15.821	14.879
62	20 23 36.791	38 32 01.86	—	21.061	18.592	17.607
63	20 23 36.859	38 31 11.53	18.609	17.860	16.578	15.747
64	20 23 36.932	38 33 20.43	—	21.896	19.051	17.997
65	20 23 36.978	38 31 28.82	17.272	16.909	15.912	15.223
66	20 23 37.047	38 33 08.63	17.928	17.271	15.909	15.043
67	20 23 37.757	38 30 15.71	—	20.968	18.898	17.729
68	20 23 37.941	38 32 34.04	—	20.428	18.485	17.465
69	20 23 38.010	38 34 36.31	19.428	18.473	16.812	15.798

Продолжение табл. 2

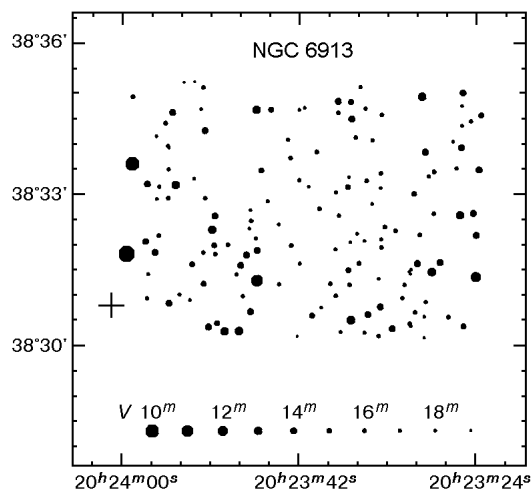
№	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	U	B	V	R
70	20 23 38.027	38 34 49.98	16.713	16.274	15.314	14.648
71	20 23 38.244	38 33 02.23	—	20.372	18.096	16.986
72	20 23 38.256	38 30 58.23	19.376	18.758	17.334	16.455
73	20 23 38.304	38 31 53.32	20.265	20.063	18.244	17.283
74	20 23 38.803	38 31 12.62	18.835	18.303	16.813	15.891
75	20 23 39.734	38 30 44.42	—	21.433	18.552	17.502
76	20 23 39.919	38 32 42.29	19.840	19.068	17.462	16.510
77	20 23 40.197	38 33 50.50	19.779	19.063	17.491	16.542
78	20 23 40.652	38 30 35.00	17.937	17.178	15.996	15.221
79	20 23 41.003	38 33 08.96	—	21.021	18.542	17.434
80	20 23 41.435	38 34 42.30	—	21.320	18.890	17.822
81	20 23 41.909	38 31 36.82	—	22.178	19.027	17.779
82	20 23 41.974	38 33 16.91	—	19.322	17.638	16.684
83	20 23 41.990	38 34 40.00	—	21.218	19.209	17.964
84	20 23 42.154	38 30 10.64	18.911	18.674	21.379	20.040
85	20 23 42.177	38 30 10.11	18.930	18.692	22.063	20.378
86	20 23 42.786	38 31 57.86	19.481	19.097	17.406	16.459
87	20 23 42.874	38 33 43.07	19.766	19.218	17.455	16.478
88	20 23 43.130	38 34 04.77	—	21.115	18.379	17.309
89	20 23 44.011	38 31 12.17	—	19.361	17.599	16.628
90	20 23 44.062	38 32 23.61	—	21.724	18.731	17.581
91	20 23 44.835	38 34 39.94	18.459	17.894	16.489	15.627
92	20 23 45.183	38 32 51.40	20.215	19.648	17.636	16.620
93	20 23 45.823	38 33 28.50	17.432	16.994	15.920	15.212
94	20 23 46.221	38 31 52.12	17.158	16.472	15.491	14.709
95	20 23 46.240	38 31 16.51	13.059	12.993	12.197	11.635
96	20 23 46.319	38 34 39.92	14.437	14.364	13.684	13.112
97	20 23 46.378	38 32 06.81	—	19.780	18.030	17.054
98	20 23 46.853	38 32 27.88	19.838	19.059	17.458	16.500
99	20 23 46.899	38 30 39.72	16.892	16.241	15.368	14.698
100	20 23 46.915	38 32 40.53	—	21.251	18.951	17.875
101	20 23 47.044	38 32 18.83	—	22.248	18.909	17.770
102	20 23 47.329	38 31 46.70	16.619	16.066	15.066	14.328
103	20 23 47.693	38 30 58.03	—	19.804	18.029	17.055
104	20 23 47.898	38 31 34.62	17.163	16.437	15.476	14.743
105	20 23 48.069	38 30 16.70	15.891	15.323	14.253	13.393
106	20 23 48.333	38 31 23.84	19.937	19.187	17.719	16.803
107	20 23 49.226	38 31 58.79	19.112	18.534	16.862	15.902
108	20 23 49.536	38 30 16.47	15.885	15.457	14.434	13.355
109	20 23 50.294	38 30 25.99	17.457	16.666	15.509	14.789
110	20 23 50.512	38 31 47.83	20.001	18.864	17.331	16.169
111	20 23 50.536	38 32 33.69	16.784	16.161	15.203	14.507
112	20 23 50.610	38 31 58.11	18.076	17.478	16.138	15.310
113	20 23 50.816	38 32 17.15	15.461	14.918	13.873	13.134
114	20 23 51.191	38 30 21.60	16.003	15.574	14.599	13.909
115	20 23 51.550	38 32 55.11	18.893	18.266	16.810	15.751
116	20 23 51.557	38 34 15.34	16.304	15.807	14.615	13.837
117	20 23 51.691	38 31 12.73	17.497	16.821	15.519	14.669
118	20 23 51.722	38 31 49.65	—	19.643	17.635	16.648
119	20 23 51.734	38 35 06.59	19.458	18.673	16.786	15.783
120	20 23 51.971	38 34 40.94	—	21.022	18.638	17.611
121	20 23 52.628	38 35 13.62	—	22.917	21.342	19.783
122	20 23 52.673	38 33 18.71	20.406	20.961	18.525	17.549
123	20 23 52.870	38 31 35.88	18.093	17.653	16.336	15.474
124	20 23 53.096	38 30 53.73	—	22.701	19.059	17.903
125	20 23 53.718	38 35 12.88	19.567	17.869	20.495	—
126	20 23 54.165	38 31 00.01	20.109	19.431	17.728	16.779
127	20 23 54.562	38 33 11.19	15.176	14.496	13.532	12.848
128	20 23 54.873	38 34 36.92	15.806	15.457	14.510	13.840
129	20 23 55.233	38 30 49.69	16.573	16.290	15.392	14.688
130	20 23 55.251	38 33 54.78	—	21.138	21.722	—
131	20 23 55.294	38 33 29.90	20.108	20.419	18.024	17.003
132	20 23 55.310	38 32 55.18	18.918	18.353	17.071	16.286
133	20 23 55.366	38 33 57.37	—	21.050	18.489	17.324
134	20 23 55.605	38 34 24.20	18.366	17.857	16.598	15.833
135	20 23 56.237	38 33 09.08	—	19.902	18.047	17.084
136	20 23 56.269	38 32 10.19	18.764	18.332	16.907	16.052
137	20 23 56.480	38 32 54.16	—	22.390	19.078	18.016
138	20 23 56.537	38 34 08.73	—	21.828	18.829	17.750



Окончание табл. 2

№	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	U	B	V	R
139	20 23 56.646	38 31 49.85	16.007	15.587	14.567	13.885
140	20 23 57.352	38 31 24.19	—	23.371	18.958	17.862
141	20 23 57.453	38 33 12.32	17.216	16.535	15.440	14.715
142	20 23 57.476	38 30 55.58	17.528	17.561	17.731	16.876
143	20 23 57.615	38 32 02.87	16.509	15.761	14.686	13.958
144	20 23 58.936	38 34 55.45	20.202	19.412	17.243	16.379
145	20 23 58.967	38 33 36.47	11.056	10.989	10.635	10.252
146	20 23 59.553	38 31 48.22	10.869	11.025	10.240	—

Рис. 6. Карта области неба в скоплении NGC6913 (полоса V). Размер поля —  $7 \times 5'$ . Крестиком обозначен центр скопления



V-экспозиций. К величинам  $B$  и  $V$  звезд добавлены значения  $U$  и  $R$  (экспозиция 600 с). Для звезд ярче  $12^m$  значения  $B$ ,  $V$ ,  $R$  получены с экспозицией 10 с. Экваториальные координаты  $\alpha_{2000}$ ,  $\delta_{2000}$  даны в системе каталога USNO A2.0. На основе данных табл. 2 построена карта неба размером  $7 \times 5'$  в скоплении NGC 6913 (рис. 6). Исследуемая в данной работе область занимает правую верхнюю часть видимой картины скопления, радиус которого вместе с короной составляет  $32'$ , а наличие сильной концентрации звезд отмечено до расстояния  $5'$  от центра скопления [5]. Расстояния между центрами наших ПЗС-кадров и центром скопления составляет  $4'$  [11].

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В 1998 г. выполнены ПЗС-наблюдения участка неба в скоплении NGC 6913. Обработка ПЗС-кадров выполнена в системе LINUX программным пакетом MIDAS/ROMAFOT на базе нового способа исключения плоского поля, предложенного в работе [8]. Определены величины и координаты звезд до  $V = 20^m$ . С.к.о. одного определения звездной величины для объектов ярче предельно зарегистрированных на  $2.5^m$  составляет  $0.02...0.03^m$ , ошибка определения координат —  $0.03...0.04''$ .

2. Для поля размером  $7 \times 5'$  не обнаружено систематических ошибок в определении координат и фотометрических величин звезд.

3. Определена фотометрическая  $UBVR$ -система 2-м телескопа на пике Терскол.

4. Получен каталог  $U$ -,  $B$ -,  $V$ -,  $R$ -величин и положений 146 звезд до  $V = 20^m$  для поля размером  $7 \times 5'$  в области скопления NGC 6913. Каталог доступен по адресу <http://www.mao.kiev.ua>.

Авторы благодарят доктора Клауса Йоккера за предоставленную возможность проведения наблюдений на двуканальном фокальном редукторе и помощь во время наблюдений.

1. Андрук В. Н. Фотометрическая служба вблизи главного меридиана Галактики: наблюдения и создание каталога фотометрических стандартов звездных величин и цветов в системе UBVR // Кинематика и физика небес. тел.—1996.—12, № 4.—С. 60—74.
2. Бутенко Г. З., Кузнецов В. И., Снежко Л. И. Исследование оптики 2-м телескопа в фокусе Кассегрена на пике Терскол // Кинематика и физика небес. тел.—1999.—15, № 6.—С. 543—556.
3. Бутенко Г. З., Кузнецов В. И., Снежко Л. И. и др. Результаты аттестации оптической системы куде 2-м телескопа на пике Терскол // Кинематика и физика небес. тел.—2005.—21, № 2.—С. 121—132.
4. Бутенко Г. З., Кузнецов В. И., Снежко Л. И. Аберрации оптических систем 2-м телескопа на пике Терскол // Околосемная астрономия—2003: Сб. тр. конф. — С.-Петербург, 2003.—Ч. 2.—С. 229—234.
5. Герц Э. А. Исследование движений звезд в области рассеянного скопления NGC 6913 // Астрометрия и астрофизика.—1981.—Вып. 45.—С. 56—61.
6. Казанасмас М. С., Завершнева Л. А., Томак Л. Ф. Атлас фотометрических стандартов звездных полей. — Киев: Наук. думка. 1982.—С. 46—151.
7. Страйжис В. Л. Многоцветная фотометрия звезд. — Вильнюс: Мокслас, 1977.—312 с.
8. Andruk V. M., Vid'machenko A. P., Ivashchenko Yu. M. Processing of CCD frames of images of star fields without the frame of a flat field using new software in program shell of MIDAS/ROMAFOT // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. Suppl.—2005.—N 5.—P. 544—550.
9. Hoag A. A., Johnson H. L., Iriarte B., et al. Photometry of stars in galactic cluster fields // Publ. Naval Observ.—1961.—17, N 7.—P. 456—457.
10. Jokers K., Gredner T., Bonev T., et al. Exporation of solar system with the two-channel focal reducer at the 2m-RCC telescope of peak Terskol observatory // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. Suppl.—2000.—N 3.—P. 13—18.
11. Kim S.-L., Lee S.-W. Variable stars in the open cluster M29 // J. Korean Astron. Soc.—1996.—29.—P. 31—41.
12. Massey P., Johnson K. E., DeGiola-Easrwood K. The initial mass function and massive star evolution in the OB associations of the Northern Milky Way // Astrophys. J.—1995.—454, N 1.—P. 151—171.
13. MIDAS users guide. — Garching: Europen Southern Observatory, 1994.—Vol. A, B and C.

Поступила в редакцию 17.08.05