

УДК 524.33

A. V. ПАВЛОВ, Э. К. ДЕНИСЮК, А. В. КУСАКИН

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ BVR НА БАЗЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ С CCD КАМЕРОЙ

Описана процедура стандартизации фотометрических наблюдений на 36-см. телескопе ТШАО Астрофизического Института им. Фесенкова.

**Введение.** Для того, чтобы иметь возможность сравнивать результаты наблюдений, полученные на разных обсерваториях, необходимо приводить наблюдения к стандартной фотометрической системе. Принцип перехода к стандартной системе состоит в следующем: наблюдаются звезды, у которых известны внеатмосферные звездные величины в требуемых цветах (BVR). Далее измеряются их инструментальные звездные величины и сравниваются со стандартными величинами. Решая избыточную систему линейных уравнений методом наименьших квадратов, получают коэффициенты перехода от системы, установленной на данном телескопе, к стандартной [1]. Измерения блеска, полученные в процессе обработки наблюдательных данных, называются «инструментальными», так как они зависят от спектральных характеристик используемой аппаратуры. За стандарт была принята система Джонсона-Козинса [2], данные каталога ГАИШ [3].

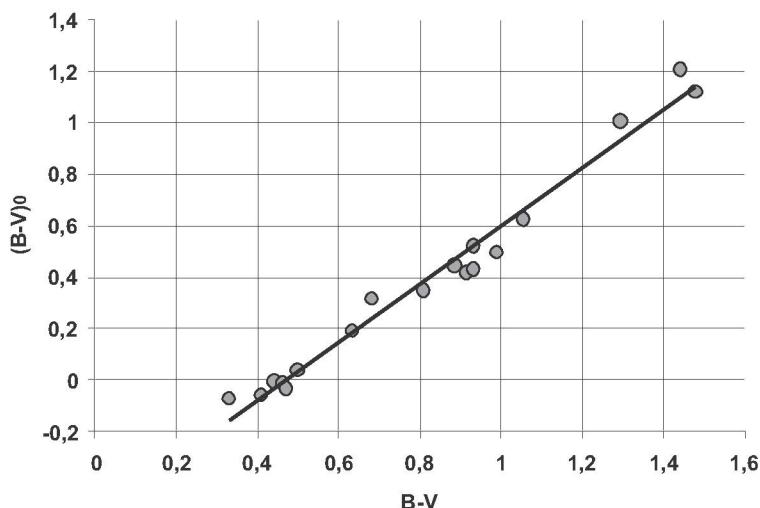
**1. Наблюдения и обработка.** Работа по стандартизации фотометрической системы BVR проводилась в Тянь-Шаньской Астрономической Обсерватории (ТШАО) Астрофизического Ин-

ститута им. В. Г. Фесенкова. Фотометрическая система, для которой осуществлялась стандартизация, имела следующие характеристики: телескоп системы Ричи – Кретьена, светосила – 1/4, диаметр зеркала 360 мм, фокусное расстояние – 1440 мм, конструкция Владимира Борисовича Секирова, CCD матрица ST – 7 (765x512, 9м) и фильтры BVR. В результате наблюдений нами было получено порядка 900 площадок с 30-ю стандартными звёздами в разных фильтрах, находящихся вблизи зенита.

Первичная обработка полученных кадров состояла из следующих этапов: вычитание темнового кадра, нормировка на плоское поле (сумеречное небо), фильтрация следов космических частиц и процедура исправления дефектных пикселей матрицы (вычитание «холодных» и «горячих» пикселей). После предварительной обработки полученного материала и анализа графика показателей цвета (рисунок) стандартной ( $B-V$ ) и инструментальной ( $B_0-V_0$ ) систем.

В таблице приведены значения:  $B_0V_0R_0$  – данные, полученные в результате наблюдений,  $BVR$  – значения из каталога стандартных звезд ГАИШ [3].

Диаграмма показателей цвета стандартной ( $B-V$ ) и инструментальной ( $B_0-V_0$ ) систем



## Звездные величины для стандартных и наблюдаемых значений

Объект	B <sub>0</sub>	V <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	B	V	R
HD 1671	5,1828	4,7014	3,815	5,604	5,162	4,778
HD 1712	7,633	6,4572	4,9806	7,999	6,875	6,068
HD 1952	6,7448	6,2656	5,3504	7,083	6,663	6,314
HD 2421	4,7634	4,6918	4,194	5,220	5,180	5,145
HD 2739	6,2054	6,276	5,8678	6,694	6,755	6,7987
HD 2888	6,2584	6,2392	5,7974	6,698	6,698	6,698
HD 2923	6,822	6,4806	5,6714	7,232	6,886	6,603
HD 8007	6,893	6,5028	5,8198	7,273	6,959	6,680
HD 8907	7,4196	6,9118	5,9256	7,168	6,669	6,243
HD 10307	5,0242	4,5102	3,45675	5,588	4,965	4,466
HD 11188	6,9342	6,8818	6,4196	7,266	7,279	7,273
HD 17689	7,3604	6,1508	4,7112	7,774	6,565	5,727
HD 17922	7,0112	6,4542	5,5248	7,425	6,900	6,460
HD 18392	7,2406	6,2566	4,9642	7,670	6,664	5,929
HD 205835	4,7852	4,5764	3,9456	5,240	5,046	4,877
HD 207516	5,612	5,6782	5,3488	6,031	6,102	6,149
HD 207673	6,505	6,0192	5,0904	6,915	6,480	6,068
HD 209260	6,655	6,7242	6,2564	7,107	7,137	7,143

**2. Анализ и результаты.** Запишем уравнение для  $(B-V)$ :

$$(B-V)_e = (B-V)_0 \cdot a + b. \quad (1)$$

Для уравнения (1) решаем систему уравнений (2, 3):

$$\sum (B-V)_0 \cdot a + Nb - \sum (B-V)_e = 0, \quad (2)$$

$$\sum ((B-V)_0 \cdot (B-V)_e) \cdot a + \quad (3)$$

$$+ \sum (B-V)_0 \cdot b - \sum ((B-V)_0 \cdot (B-V)_e) = 0,$$

где  $(B-V)_e$  – взятое из каталога;  $(B-V)_0$  – полученное из наблюдений;  $N$  – количество используемых астрономических объектов;  $a$  и  $b$  – коэффициенты в уравнении перехода к стандартной системе. На данном этапе стандартом служит один из объектов, снятых в одной серии наблюдений, вместе с другими звездами.

Записывая аналогичные уравнения для  $(V-R)_e$ ,  $(V_e-V_0)$  и решая уравнения методом наименьших квадратов, мы нашли искомые коэффициенты  $a$  и  $b$ . Окончательно получили следующие уравнения:

$$4) Bobj(calc) = Vobj(calc) + (B-V)st(cat) + \\ + 1,0611 \cdot [(B-V)obj - (B-V)st]obs;$$

$$5) Vobj(calc) = Vst(cat) + (Vobj - Vst)obs - \\ - 0,4203 \cdot [(B-V)obj - (B-V)st]obs;$$

$$6) Robj(calc) = Vobj(calc) - (V-R)st(cat) + \\ + 0,3549 \cdot [(V-R)obj - (V-R)st]obs,$$

где индексы  $obj(calc)$  – расчётное значение искомого объекта;  $obj$  – значения объекта;  $st$  – значение объекта, принятого за стандарт;  $cat$  – значение объекта, взятое из каталога;  $obs$  – наблюдаемые значения. Конечным этапом было создание программы для автоматической стандартизации результатов наблюдений на языке программирования Delphi Enterprise.

## ЛИТЕРАТУРА

- Цесевич В.П. Что и как наблюдать на небе. М.: Наука, 1973. С. 287-294.
- Страйжис В.Л. Многоцветная фотометрия звёзд. Фотометрические системы и методы. 1977. С. 67, 78-81.
- Корнилов В.Г. и др. Каталог WBVR-величин ярких звезд северного неба // Тр. Гос. астрономич. ин-та им. П. К. Штернберга. 1991. Т. LXIII. 400 с.

## Резюме

В. Г. Фесенков атындағы ЕЖШС Астрофизикалық институтының 36-сантиметрлік телескобындағы фотометрлік бакылауларының стандартизациялар процедуры баяндаптап.

## Summary

The procedure of standardization of photometric observations, carried out at the 36-cm telescope of TSOA of the Fesenkov Astrophysical Institute is described.

Астрофизический институт  
им. В. Г. Фесенкова, г. Алматы Поступила 20.04.2010г.