OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 4, Number 314 (2017), 209 – 214

UDC 523.62

A. Serebryanskiy, L. Usoltseva, A. Komarov, I. Reva

Fesenkov Astrophysical Institute, Observatory 23, Almaty, Republic of Kazakhstan
alex@aphi.kz, komarov@aphi.kz, usoltseva@aphi.kz, reva@aphi.kz

THE TRASFORMATION COEFFICIENTS AND INSTANTANEOUS VALUES OF ATMOSPHERIC EXTINCTION

Abstract. We describe the process to determine the transformation coefficients from instrumental photometric system into standard Johnson-Cousines (BVR) photometric system as well as instantaneous values of atmospheric transparency coefficients. These results were obtained for Zeiss-1000 telescope equipped with Apogee Alta U9000D9 CCD camera. The process of PSF photometry using IRAF package is also described and obtained magnitudes and color indexes were compared with catalog values.

Kay words: astronomical observations, UBVR photometry, standard stars

УДК 523.62

А. В. Серебрянский, Л. А. Усольцева, А. А. Комаров, И. В. Рева

Астрофизический институт им. В.Г.Фесенкова, Алматы, Казахстан

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕХОДА И МГНОВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ АТМОСФЕРНОЙ ЭКСТИНКЦИИ

Аннотация. Дается детальное описание процесса определения переходных коэффициентов из инструментальной фотометрической системы в стандартную фотометрическую систему Джонсона-Коузина (BVR), а также определения мгновенных значений коэффициента атмосферной экстинкции. Результаты получены для телескопа ``Цейсс-1000" обсерватории Тянь-Шань, оснащенного ПЗС камерой Apogee Alta U9000D9. Описан процесс фотометрии звезд в пакете IRAF методами апертурной и PSF-фотометрии. Дано сравнение полученных значений звездных величин и показателей цвета с каталожными значениями.

Ключевые слова: астрономические наблюдения, UBVR фотометрия, стандартные звезды.

Введение

Одной из основных задач при наблюдениях ГСС является точная оценка его яркости в разных спектральных диапазонах, что позволяет оценить его физические размеры, форму, состав и состояние его поверхности, а также размер солнечных панелей, что позволяет проводить оценку его энергопотребления и, следовательно, делать выводы о его возможном назначении. Вариации блеска ГСС дают нам информацию о динамике объекта, например, о его вращении. Задачей данной работы была отработка методики оценки изменения атмосферной экстинкции в течении одной ночи, а также определение коэффициентов перехода от инструментальной к стандартной фотометрической системе BVR для телескопа ``Цейсс-1000" обсерватории Тянь-Шань. Методика, применяемая в данной работе, взята из работы по стандартизации АЗТ-22 обсерватории Майданак (Узбекистан) [1].

Внеатмосферное значение звездной величины в инструментальной системе можно записать в виде:

$$m_{0,\lambda} = m_\lambda - (k_{1,\lambda} - k_{2,\lambda} \cdot C_0) \cdot X \quad (1)$$

где, λ - центральная длина волны соответствующего фильтра (B, V, R), m_λ- видимая звездная величина в данном фильтре, C_0 - показатель цвета в стандартной системе, то есть $(B\text{-}V)_0$ или $(V\text{-}R)_0$. Тогда значение звездной величины в стандартной системе можно представить в виде:

$$M_\lambda = m_{0,\lambda} + \eta_\lambda \cdot C_0 + \alpha_\lambda \cdot \widehat{UT} + \zeta_\lambda \quad (2)$$

В этих выражениях зависимость атмосферной экстинкции от воздушной массы предполагается линейной и определяется коэффициентом $k_{1,\lambda}$. Зависимость от показателя цвета также предполагается линейной и определяется коэффициентом $k_{2,\lambda}$. Коэффициент ζ_λ определяет постоянную часть нуль-пункта фотометрической системы в данном фильтре. Зависимость изменения нуль-пункта в течение времени наблюдений определяется параметром α_λ. Параметр $\widehat{UT}$- временной промежуток относительно некоторого выбранного начального момента времени (обычно берется полночь).

Задачу определения всех коэффициентов и параметров в выражении (2) можно разделить на две подзадачи: 1) определить зависимость нуль-пункта от времени, а также исправить инструментальные звездные величины за атмосферную прозрачность и 2) определить коэффициенты пересчета в стандартную фотометрическую систему. Подставляя (1) в (2), получим:

$$M_\lambda = m_\lambda - k_{1,\lambda} \cdot X + k_{2,\lambda} \cdot C_0 \cdot X + \eta_\lambda \cdot C_0 + \alpha_\lambda \cdot \widehat{UT} + \zeta_\lambda \quad (3)$$

Для оценки всех параметров в выражении (3) необходимо выбрать определенные стандартные площадки и соответствующим образом выстроить процесс наблюдений.

Таблица 1 - Список стандартных площадок и параметры наблюдений

Название площадки	$\alpha_{(J2000)}$	$\delta_{(J2000)}$	Фильтры	Экспозиция в сек. (кол-во кадров)
Galadi 1	$00^h00^m00^s$	+30°22'30″	B,V,R	20(10),20(10),20(10)
Galadi 2	$01^h53^m15^s$	+00°22'30″	B,V,R	40(9),40(9),40(9)
Galadi 3	$03^h52^m39^s$	-00°01'30″	B,V,R	40(3),40(3),40(3)
Galadi 11	$22^h41^m42^s$	+01°13'30″	B,V,R	20(12),20(12),20(12)
GD 2	$00^h07^m34^s$	+33°18'51″	B,V,R	40(9),40(9),40(9)
GD 8	$00^h39^m45^s$	+31°34'46″	B,V,R	40(3),40(3),40(3)
GD 277	$01^h29^m27^s$	+51°08'41″	B,V,R	40(3),40(3),40(3)
GD 391	$20^h29^m50^s$	+39°15'53″	B,V,R	20(3),20(3),20(3)
GD 405	$23^h16^m44^s$	+47°27'08″	B,V,R	40(12),40(12),40,20(12)
GD 421	$01^h51^m00^s$	+67°41'51″	B,V,R	40(9),40(9),20(9)
SA23 SF3	$03^h45^m21^s$	+45°27'28″	B,V,R	40(6),40(6),40(6)
SA 41	$21^h53^m52^s$	+45°25'46″	B,V,R	20(6),20(6),20(6)

Описание наблюдений и анализ данных

Наблюдения проводились на телескопе «Цейсс-1000» Тянь-Шаньской обсерватории. Диаметр главного зеркала D=1000 мм, относительное фокусное расстояние $f_{отн}$ = 6580 мм. Телескоп оборудован ПЗС камерой Apogee Alta U9000D9, позволяющая получать поле зрения (FOV) размером 19'.5×19'.5 с масштабом 0''.38/пиксель. Для многоцветной фотометрии используется набор фильтров B, V, R компании «Astrodon». Стандартные площадки наблюдались 23 августа 2016 года. Список площадок и параметры наблюдений приведены в Таблице 1. Данные взяты из работ [2, 3].

Предварительная обработка ПЗС кадров и последующая фотометрия звезд проводилась в пакете IRAF. В процесс этой обработки входит вычитание из каждого изображения темного тока, с последующим делением на откалиброванные значения плоского поля. Следующим шагом является получение оценки наблюдаемой звездной величины каждой стандартной звезды в каждом фильтре и каждом изображении методом апертурной фотометрии. Для этого используются процедура phot из библиотеки noao.digiphot.daophot пакета IRAF. После получения соответствующих апертурных значений наблюдаемых звездных величин строится PSF профиль звезд (PSF – Point Spread Function) с последующей процедурой PSF-фотометрии [4]. Для этого использовались процедуры pstselect, psf, allstar пакета IRAF из библиотеки noao.digiphot.daophot. Поскольку PSF-значения инструментальной звездной величины получены по оценкам ограниченной апертуры на последнем шаге необходимо определить апертурную коррекцию. Данная процедура выполняется также в IRAF процедурами photcal.mkapfile, mkimsets, mkobsfile.

Определение коэффициентов $k_{2,\lambda} \cdot X + \eta_\lambda$. Мы начнем с определения цветовых коэффициентов пересчета в стандартную систему $k_{2,\lambda}$ и η_λ. Чтобы определить эти коэффициенты, мы