

E. I. LENDERMAN AND A. F. PUGACH

Summary

Eleven spectrograms of low dispersion and more than sixty observations in the *UBV* system are obtained. The light of the Nova is found to be unchanging except for J. D. 2439703. With the increase of $(B-V)$ both $(U-B)$ and spectrophotometric temperature decrease. An attempt was made to connect the light variations with the ones in the continuous spectrum.

ЭЛЕКТРОФОТОМЕТР, РАБОТАЮЩИЙ В РЕЖИМЕ СЧЕТА ФОТОНОВ

А. Ф. Пугач

В ГАО АН УССР собран, испытан и введен в эксплуатацию звездный фотометр, работающий в режиме счета фотонов (импульсов)*. Электрофотометр смонтирован на 50-сантиметровом телескопе АЗТ-14 в фокусе Кассегрена; с ним можно проводить многоцветную фотометрию звезд до 14-звездной величины.

Блок-схема

Блок-схема фотометра показана на рис. 1. Приемной частью служит фотоумножитель ЕМ1 типа 9502 В. Темновой шум умножителя при температуре 10° С составляет 50 *имп/сек.* Умножитель питается стабилизированным напряжением от прибора ВС-22. Рядом с фотоумножителем в экранированном стакане находится предварительный усилитель

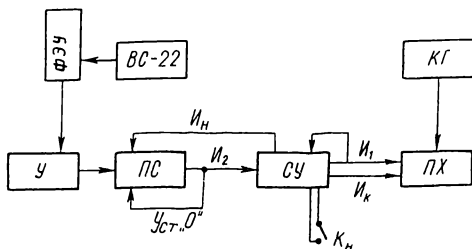


Рис. 1.

импульсов У, собранный на триоде П-403 по схеме катодного повторителя. Питание предусилителя автономно. Во время работы усиленные импульсы фотоумножителя поступают на вход пересчетной схемы ПС. Счетными элементами служат четыре двоично-десятичные декады от серийного прибора ПС-10 000. Емкость счетчика — 10^4 импульсов. Разрешающее время входного триггера ~ 1 *миксек.*, чувствительность — не менее $5 \cdot 10^{-3}$ *в.* Время набора 10^4 импульсов регистрируется печатающим хронографом ПХ, мотор которого питается от кварцевого генератора КГ.

Принцип работы

Принцип работы фотометра состоит в том, что хронограф отбивает на ленте время прихода первого импульса на счетные декады (время открытия счетчика и время появления последнего, десяти тысячного,

* Говоря о фотонах, мы имеем в виду только такие фотоны, которые при попадании на катод фотоумножителя вызывают фотоэффект.

импульса. Разность между этими двумя моментами дает интервал времени, за который на вход схемы пришло 10^4 импульсов. Порядок работы ПС и ПХ определяется схемой управления СУ и состоит в следующем. При нажатии кнопки КН схема управления вырабатывает импульс I_1 , по которому хронограф печатает момент начала счета. Этот же импульс I_1 в линии задержки СУ подвергается задержке на 0.098 сек, после чего в виде импульса I_H открывает счетные декады. Задержка предусмотрена для того, чтобы открыть счетные декады только тогда, когда сработают многочисленные реле и электромагниты. В противном случае на вход схемы в момент включения может поступить до 200 импульсов, вызванных наводками. После того, как на счетные декады придет десяти тысячный импульс от ФЭУ, пересчетная схема вырабатывает импульс I_2 , который прекращает счет импульсов, устанавливает счетные декады в нуль и затем поступает в СУ. Схема управления импульсом окончания счета I_K приводит в действие хронограф ПХ, который печатает момент прихода десяти тысячного импульса. Разность моментов конца и начала, уменьшенная на 0.098 сек, дает время накопления 10 000 импульсов.

Область использования

Диапазон пригодных для измерения на фотометре звездных величин определяется со стороны слабых звезд временем накопления 10 000 импульсов, а со стороны ярких звезд — разрешающим временем входного триггера. Так как фотоны, приходящие от звезды, распределены статистически и их временное распределение описывается уравнением Пуассона, то можно найти то количество фотонов, интервал времени между приходом которых меньше 1 мксек. В этот интервал времени могут прийти 3 импульса и более, но вероятность такого события пренебрежительно мала. Рассмотрим только двойные импульсы, отстоящие по времени на величину, меньшую чем 1 мксек. Такие пары импульсов регистрируются как один, и общее число пар дает количество незарегистрированных импульсов. Очевидно, что чем больше разрешающее время и чем больше интенсивность потока, тем больше количество незарегистрированных импульсов, число которых можно подсчитать по формуле

$$N_3 = N \left(1 - \frac{1}{2} n^2 \tau^2 \right),$$

где N_3 — число зарегистрированных импульсов, N — количество пришедших импульсов, n — число импульсов, приходящих в 1 сек (частота), τ — разрешающее время, т. е. количество просчетов пропорционально множителю $(n\tau)^2$.

При диаметре зеркала 50 см поток от звезды 9-й величины составляет 10 000 фотонов в 1 сек, и $1 - n^2 \tau^2 = 1 - 10^{-8} \cdot 10^{-12} = 0.9999$. Таким образом, при работе со звездой 9-й величины погрешность измерения, связанная со сдвоениями импульсов, составляет 0.01% . Сохранить эту ошибку при измерении более ярких звезд можно в том случае, если уменьшить поток, прикрыв зеркало диафрагмой или поставив серые фильтры. Используя светофильтр НС-9 при диаметре зеркала 20 см, можно измерять поток от звезды 6-й величины с той же ошибкой 0.01% .

С другой стороны, измерение слабых звезд не встречает принципиальных трудностей. Вся сложность заключается только в большом времени накопления. Например, измерение звезды 14-й величины занимает около 2 мин.

Теперь необходимо оценить ошибку, связанную с тем фактом, что мы регистрируем не равноотстоящие, а статистически распределенные во времени импульсы, и поэтому средняя частота следования импульсов n отличается от математического ожидания частоты. Эта ошибка тем

меньше, чем больше емкость счетчика. В первом приближении можно считать, что она обратно пропорциональна $\sqrt{N_3}$, т. е. в нашем случае ошибка $\mu \approx \frac{1}{\sqrt{N_3}} = 1 \cdot 10^{-2} = 0.01$; $\mu \approx 1\%$. Таким образом, емкость счетчика 10^4 импульсов вполне достаточна для точных измерений.

Точность измерений

С настоящим фотометром были проведены многочисленные наблюдения стандартных звезд или таких, у которых блеск можно считать неизменным. Непостоянство разности блеска двух таких звезд характеризует ошибку измерений. Характеристикой точности является среднеквадратичное отклонение σ этой разности от ее среднего значения. По нашим измерениям 29—30. V 1968 г., проводившимся при удовлетворительном состоянии неба, среднеквадратичное отклонение разности блеска двух звезд BD + 28°3493 и BD + 27°3517 составляло соответственно $\sigma_v = 0^m.017$, $\sigma_b = 0^m.011$, $\sigma_u = 0^m.016$ в *V*, *B* и *U*-лучах. При более благоприятных метеорологических условиях ошибка измерений снижается до величины $\sigma_v = 0^m.007$, $\sigma_b = 0^m.008$ и $\sigma_u = 0^m.012$, как это было в период наблюдений с 12 по 15. V 1967 г.

Следует отметить, что точность измерений существенно зависит от разности блеска звезд. Если разность между звездой сравнения и исследуемой звездой не превышает $1^m.5$, то влияние этой ошибки незаметно. Однако при $\Delta m = 3^m.0$ ошибка может достигать $0^m.01$ — $0^m.02$, а при $\Delta m = 4^m.0$ доходит до $0^m.03$.

Определение коэффициента поглощения для Киева

По измерению скоплений NGC 6709, 2169 и Плеяд в разные времена года определялась зависимость поглощения от воздушной массы. В каждом случае коэффициент поглощения определялся по 4 звездам

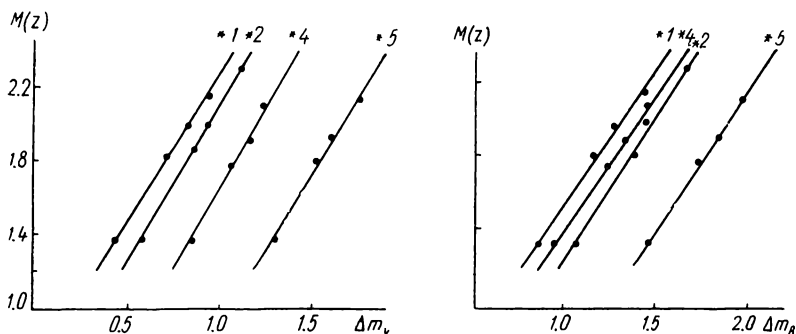


Рис. 2.

разных спектральных классов в визуальной, синей и ультрафиолетовой областях. В качестве эталона интенсивности использовался радиоактивный люминофор. Оказалось невозможным определить постоянство люминофора, но в каждую ночь находилась суммарная ошибка, связанная с изменением чувствительности аппаратуры и с нестабильностью люминофора. В худшем случае ошибка равнялась 1.7% , в лучшем — 0.86% . Следует указать, что эта ошибка характеризует относительную точность абсолютных измерений. При наших относительных измерениях, когда блеск одной звезды определяется по отношению к блеску другой, изменение чувствительности скажется на обеих звездах, а при измерении блеска переменных люминофор вообще не используется.

Как оказалось, коэффициент поглощения сильно меняется, оставаясь в среднем гораздо более высоким, чем на других обсерваториях Европы. На рис. 2—3 показана зависимость поглощения от воздушной массы, полученная по наблюдениям 23. IV 1968 г. Здесь поглощение выражено в разностях звездных величин Δm_v , Δm_b , Δm_u . Прямые линии свидетельствуют о том, что поглощение не менялось либо его изменение было линейным. Аналогичная картина наблюдалась и в другие ночи.

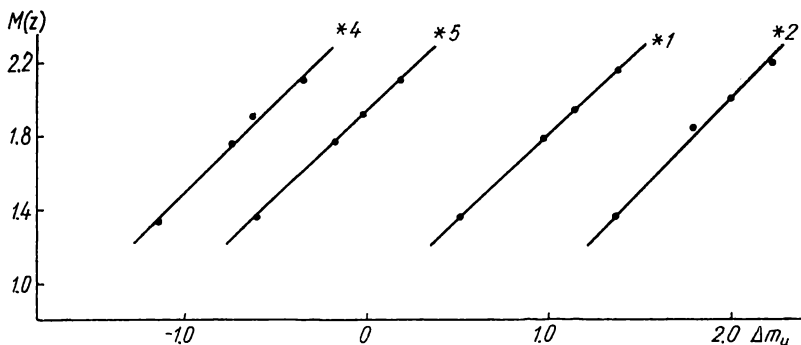


Рис. 3.

Дата	Скопления	№ звезд	CI	Коэффициент поглощения			Литературный источник
				α_v	α_b	α_u	
13—14.X 1967	Плеяды	597	1.25	0.52	0.60	1.07	[1]
		569	1.35	0.50	0.54	1.10	
		534	0.13	0.56	0.62	1.08	
		510	-0.01	0.44	0.57	1.04	
1—2.IV 1968	NGC2169	2	-0.01	0.75	0.775	1.21	[2]
		3	0.95	0.80	0.745	1.40	
		5	-0.06	0.75	0.84	1.23	
		7	1.74	0.86	0.74	1.37	
23—24.IV 1968	NGC6709	1	1.31	0.63	0.73	1.07	[2]
		2	1.55	0.58	0.645	1.01	
		4	0.12	0.54	0.68	1.04	
		5	0.17	0.62	0.66	1.08	

В таблице приведены значения коэффициентов поглощения для областей V , B , U , которые выражены в звездных величинах на одну воздушную массу. В связи с тем, что поглощение значительно меняется, кажется целесообразным при редукиции звездных величин использовать не среднее значение α , а то, которое точнее соответствует метеорологическим условиям в момент наблюдений.

Величины и цвета стандартных звезд были взяты из [1], [2].

Привязка системы

При определении поглощения нам приходилось наблюдать звезды на разных зенитных расстояниях. Эти наблюдения были использованы для сравнения инструментальной системы с системой UBV . Величины всех наблюдавшихся звезд редуцировались за атмосферное поглощение с учетом того коэффициента, которым характеризовалось поглощение в данную ночь. Затем полученные внеатмосферные величины сравнива-

лись со стандартными UBV -величинами. Были получены цветовые уравнения и составлены уравнения перехода от инструментальной системы к системе UBV :

$$\begin{aligned}\Delta V_0 &= 0.000 + 1.01[\Delta V_{\text{изм}} - 0.34 \cdot \Delta CI]; \\ \Delta B_0 &= -0.012 + 0.985[\Delta B_{\text{изм}} + 0.38 \cdot \Delta CI]; \\ \Delta U_0 &= 0.022 + 0.99[\Delta U_{\text{изм}} + 0.04 \cdot \Delta CI].\end{aligned}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Johnson H. L. — *ApJ*, 117, 3, 333, 1953.
2. Hoag A. A. — *Publ. Naval Obs.*, 17, 7, 1961.

PHOTON COUNTER PHOTOMETER

A. F. PUGACH

Summary

The photon counter photometer constructed by the author allows one to carry out the UBV — photometry of stars from 6^m.0 to 14^m.0 with the accuracy of 0^m.007—0^m.017. The absorption coefficients in U , B , V are determined and the colour equations for transferring the observed magnitude differences to the UBV system are found.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ОБТЮРАТОРНЫЙ ЗАТВОР

К. Е. Скорик

Большинство астрономических инструментов оборудовано фотографическими затворами, которые имеют различную сложность конструкций, различные габариты, разные диапазоны воспроизводимых экспозиций и многие другие параметры. Эти параметры изменяются в зависимости от того, с каким астрономическим инструментом работает данный затвор. Больше того, один и тот же астрономический инструмент может иметь несколько типов фотозатворов разной конструкции и с разными параметрами. Однако, объединив некоторые из них, можно изготовить фотозатвор, который сможет работать с несколькими типами астрономических инструментов как стационарными, так и экспедиционными.

Ниже приводится описание фотозатвора, который прост по конструкции, имеет большой диапазон экспозиций и надежен в работе. Описываемый фотозатвор дает минимальные экспозиции 0.01 сек, но без существенных переделок можно получать и экспозиции порядка тысячных долей секунды. Затвор может работать в одном из трех режимов:

а) короткие экспозиции 0.01—0.6 сек, обусловленные минимальной и максимальной шириной регулируемого сектора в диске затвора;

б) экспозиции от 1 сек и больше, получаемые от руки. В этом же режиме затвор может находиться в открытом состоянии как угодно долго, например, при фокусировке инструмента;

в) работа затвора от электронного или электромеханического реле времени. В нашем варианте затвор работает с электронным реле времени с экспозициями от 0.5 сек до 10 мин. Рабочее отверстие затвора 150×150 мм.

На рис. 1 изображены кинематическая и электрическая схемы затвора. На оси 1 насажен диск 2 из дюралюминия. Диск имеет секторный вырез 120°, закрываемый сектором 3, который может поворачиваться