

В. М. АБРАГАМЕЦ

Львовский политехнический институт

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОНИЦАЮЩЕЙ СИЛЫ КАМЕРЫ ВАУ

Высокоточную астрономическую установку (ВАУ) применяют для наблюдения слабых небесных объектов вследствие большой проникающей силы ее оптической системы [3]. Как известно [1], проникающая сила астрофотокамеры зависит от продолжительности экспозиции и характеризуется яркостью наиболее слабых звезд, изображения которых при данной экспозиции еще различимы на астронегативах. Определение проникающей силы следует производить для каждой камеры данного типа. Знание ее необходимо для правильного подбора соответствующего режима фотонаблюдений. Значение проникающей силы зависит от скорости движения отслеживаемого объекта, скорости вращения обтюратора, а также от чувствительности фотоматериала.

В нашем исследовании фотографирование производилось на фотопленку «Изопанхром Т-20Ш» с чувствительностью 500 единиц и коэффициентом контрастности 1,9. Снимки обрабатывали в фотолаборатории в свежеприготовленном проявителе Чибисова. В качестве объекта фотографирования был выбран Северный полярный ряд, содержащий звезды надежно установленной яркости до  $21^m$ . Полученные фотоснимки рассматривали в микроскоп с увеличением  $16\times$ . Предельную звездную величину оценивали по слабым звездам спектрального класса G. Фотопленка «Изопанхром» более чувствительна к звездам спектральных классов K и M.

В IV режиме работы установки, рассчитанном на отслеживание суточного вращения небесной сферы (при этом обтюратор был выключен), для каждой из экспозиций, продолжительностью в 1, 2, 4, 6, 8, 10, 20 и 60 с, было сделано не менее семи снимков. Проникающая сила была принята равной яркости самой слабой звезды, изображение которой получалось на всех снимках, т. е. соответственно 11,28; 12,28; 13,34; 13,82; 14,35; 14,72; 15,99 и 16,29 звездной величины.

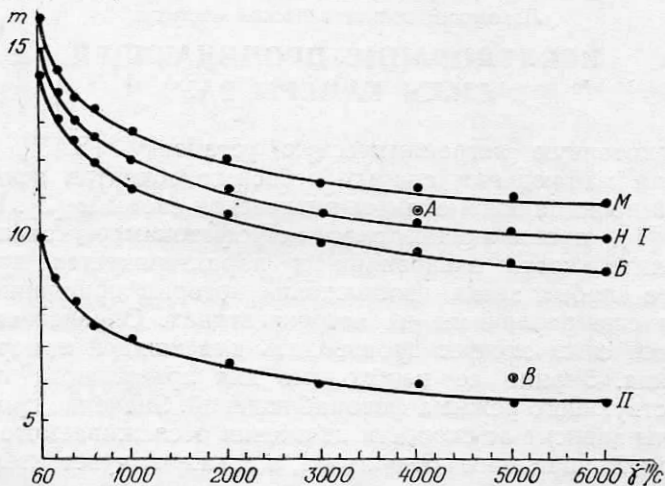
Для другой произвольной выдержки  $t$  проникающую силу фотокамеры можно снять с графика, построенного по полученным данным, или вычислить по формуле [1]

$$m = m_0 + 2,5 P \lg t, \quad (1)$$

где  $m_0$  — предельная звездная величина, фиксируемая за 1 с;  
 $P$  — коэффициент, определяемый эмпирической формулой

$$P = \frac{m_1 - m_2}{2,5 (\lg t_1 - \lg t_2)}, \quad (2)$$

в которой  $m_1$  и  $m_2$  — проникающая сила камеры соответственно при экспозициях  $t_1$  и  $t_2$ . В нашем случае  $m_0 = 11,28$  и среднее значение  $P = 1,38$ .



Проникающая сила камеры ВАУ в I и II режимах работы:

Б, Н, М — I режим работы, положение обтюратора соответственно «быстро», «нормально», «медленно»; II—II режим работы установки.

При фотографических наблюдениях быстродвижущихся объектов применяют I, II и III режимы работы ВАУ. Регистрацию времени наблюдений в этих режимах производят при помощи обтюраторного затвора, имеющего частоту вращения обтюратора  $360-3600 \text{ об/мин}^{-1}$ , которая в свою очередь зависит от скорости движения орбитальной оси камеры. Чтобы правильно выбрать режим наблюдений, нужно знать проникающую силу камеры, обусловленную видимой угловой скоростью наблюдаемого объекта и режимом работы обтюратора.

Режимы I и III применяют для регистрации слабых объектов. Причем в I режиме камера отслеживает сначала объект наблюдений, а затем опорные звезды. При этом получают более точные результаты. В III режиме отслеживают только наблюдаемый объект. Результаты при этом получают с меньшей точностью, чем в I режиме, и предназначают лишь для целей эфемеридной службы. Обтюратор в этих режимах имеет три положения скорости: «быстро», «нормально» и «медленно».

Определение проникающей силы камеры ВАУ в I режиме работы было произведено по фотоснимкам того же участка

неба, что и в IV режиме. Фотоснимки получили при слежении объектов на следующих видимых угловых скоростях  $\dot{\gamma}$ : 60, 200, 400, 600, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 и 6000"/с и при трех режимах работы обтюратора для каждой скорости. Было сделано по семь фотоснимков в каждом случае. За проникающую силу камеры в данных условиях принимали звездную величину самой слабой звезды, изображенной на всех семи астроснимках. Полученные результаты исследований представлены на рисунке. Проникающую силу для режима III не определяли. Очевидно, она несколько меньше, чем в режиме I, но имеет сходный с ней характер.

**Проникающая сила ВАУ при наблюдениях  
быстродвижущихся небесных объектов**

$\dot{\gamma}$	Продолжительность экспозиции	Режим I, III	Режим II
60"/с	20 с	12 <sup>m</sup>	10 <sup>m</sup>
600	2	10	7
6000	0,2	8	5

Режим II работы ВАУ предназначен для регистрации ярких объектов и предусматривает отслеживание камерой звездного неба. Частоту вращения обтюратора задавали в зависимости от скорости быстродвижущегося объекта. Проникающая сила камеры в этом режиме была получена для тех же значений скорости слежения  $\dot{\gamma}$ , что и в режиме I, также по семи астроснимкам для каждого значения. Результаты исследования представлены кривой II (рисунок).

При выполнении этих исследований в поле зрения камеры не было быстродвижущихся объектов. Установке условно задавали указанные выше скорости движения орбитальной оси. Кроме того, была сделана попытка оценить предельную величину объектов, которые обладают значительной видимой угловой скоростью и изображаются на астроснимках ВАУ в I, II и III режимах. Результаты приведены в таблице. Они показывают, что во II режиме предельная яркость получается такой же, как и для звезд (рисунок, II), а в I режиме примерно на 2<sup>m</sup> ниже. По-видимому, здесь сказываются ошибки в оценке яркости наблюдавшихся объектов, меньшее разнообразие их по яркости по сравнению со звездами, потери блеска вследствие поглощения атмосферой и т. д. Потеря яркости из-за поглощения атмосферой при высоте объекта 60, 45, 30, 25, 20, 15 и 10° достигает соответственно 0,1, 0,2, 0,5, 0,7, 1,0, 1,5 и 2,5 звездной величины [2], что следует обязательно учитывать наряду с состоянием атмосферы при выборе режима фотонаблюдений.

Результаты исследований подтверждают, что камера ВАУ обладает большой проникающей силой и в этом отношении значительно превосходит другие отечественные астрокамеры,

предназначенные для аналогичных целей [3]. С помощью ВАУ можно фотографировать при экспозиции в 1 мин звездоподобные объекты до  $16^m$ , а обладающие заметной угловой скоростью относительно звезд не менее  $12^m$ .

Графики проникающей силы (см. рисунок) позволяют более уверенно выбирать режимы работы камеры и обтюратора при наблюдениях. Но, используя их, необходимо учитывать, что они дают яркость объектов, едва различимых на снимках, а для надежных измерений пригодны объекты более яркие, примерно на  $0^m,5$ . Например, для фотографирования при хорошей прозрачности атмосферы небесного объекта с яркостью  $9^m,5$  и угловой скоростью  $\dot{\gamma}=4000''/с$ , находящегося на высоте  $h=25^\circ$ , поступаем следующим образом. Учитывая указанную выше поправку  $0^m,5$ , а также потерю блеска  $0^m,7$ , принимаем, что яркость наблюдаемого объекта будет  $10^m,7$  (рисунок, точка А). Как видно из рисунка, наблюдения надо выполнять в I режиме работы ВАУ при положении обтюратора «медленно». Рисунок показывает, что для фотографирования ярких объектов не всегда можно применять II режим. Так, для объекта, имеющего яркость  $5^m,0$  и  $\dot{\gamma}=5000''/с$  в аналогичных предыдущему примеру условиях (точка В) получаем, что наблюдения надо выполнять в I режиме при положении обтюратора «быстро». В режиме II в этом случае изобразятся звезды величиной только до  $5^m,7$ , т. е. на снимке может оказаться недостаточное число подходящих для обработки опорных звезд.

**Список литературы:** 1. Альбицкий В. А. [и др.]. Курс астрофизики и звездной астрономии, т. 1. М.—Л. Гостехиздат, 1951. 2. Вокулер Ж., Тестеро Ж. Фотографирование небесных тел. М., «Наука», 1967. 3. Масевич А. Г., Лозинский А. М. Фотографические наблюдения ИСЗ. — «Науч. информации Астросовета АН СССР», № 18.

Работа поступила 10 мая 1977 г. Рекомендована кафедрой высшей геодезии и астрономии Львовского политехнического института.