

УДК 524.3

А. Э. Розенбуш, А. П. Видьмаченко

Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины
03680 Киев, ул. Академика Заболотного 27

Некоторые характеристики астроклимата на горе Кошка, Симеиз

Определены коэффициенты атмосферной экстинкции в системе Джонсона — Коузinsa для астропункта наблюдений на горе Кошка (п. Симеиз, Крым). Для астропункта характерна высокая прозрачность и нередкие периоды низкого качества изображений, что объясняется его расположением между Крымским хребтом и Черным морем.

ДЕЯКІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСТРОКЛІМАТУ НА ГОРІ КОШКА, СИМЕІЗ, Розенбуш О. Е., Видьмаченко А. П. — Визначено коефіцієнти атмосферної екстинкції в системі Джонсона — Коузінса для астропункту спостережень на горі Кошка (с. Симеїз, Крим). Для астропункту характерна висока прозорість та часті періоди невисокої якості зображень, що пояснюється його розташуванням між Кримським хребтом і Чорним морем.

SOME CHARACTERISTICS OF ASTRONOMICAL CLIMATE ON THE MOUNT KOSHKKA, SIMEIZ, Rosenbush A. E., Vid'machenko A. P. — The coefficients of the atmospheric extinction in the Johnson-Cousins system are derived for the observational place on the mount Koshka (Simeiz, the Crimea, Ukraine) at a height of 370 m. The observational place is characterized by a high value of the transmission factor and by intervals of bad seeing, which is attributable to its disposition between the Crimean mounts and Black Sea.

В 2006—2009 гг. в рамках программы наблюдений небесных объектов были исследованы некоторые параметры астроклимата для наблюдательного пункта на горе Кошка вблизи пгт Симеиз в Крыму. Наблюдательный пункт расположен на южном склоне Ай-Петринской яйлы на высоте 370 м, примерно в 2 км от береговой линии Черного моря. Северный участок небосвода в меридиане ограничен до зенитных расстояний $z \sim 70^\circ$, на юге небосвод открыт полностью.

Фотометрические наблюдения проводились на 1-м телескопе (Карл Цейс) Научно-исследовательского института «Крымская астрофизическая обсерватория» с помощью ПЗС-камеры «Aropgee Alta U-42» и набора фильтров [3]. Управление камерой и контроль ее состояния осуществлялись

программой MaxIm DL V4. Программа наблюдений включала в себя измерения $UBVR_cI_c$ -блеска избранных небесных объектов (система Джонсона — Крона — Коузинса), а также исследования их переменности. Программа предусматривала параллельные исследования некоторых астроклиматических параметров, и прежде всего атмосферной экстинкции. Единственное опубликованное исследование астроклимата [1] не включало этот параметр, поэтому полученные нами результаты могут быть полезными для других наблюдателей.

Исследование ПЗС-камеры. В процессе наблюдений потребовалось дополнительно исследовать ПЗС-камеру в целях уменьшения влияния паразитной наводки на полезный сигнал по полю матрицы. При исследованиях оказалось, что камера обладает минимизированным темновым током при отрицательных температурах и выходит на стабильный режим, начиная с 0 С. Темновые токи при температурах $t = 0$ С и 20 С различаются примерно на 40 фотоэлектронов и составляют в среднем $N \sim 100$ —200. Параметры темнового тока при температурах $t = 10$ С и 20 С различаются слабо. Темновой ток удваивается с каждыми 5—8 . Изменения чувствительности матрицы в зависимости от температуры охлаждения замечено не было. При температуре между 20 С и 25 С резко уменьшается число «горячих» пикселей. Охлаждающий матрицу элемент, работающий на эффекте Пельтье, давал разницу с окружающим воздухом около 42 , поэтому для оптимизации работы камеры в течение года была выбрана рабочая температура камеры 20 С. Летом возникала необходимость дополнительного охлаждения камеры с помощью вентилятора.

Повышение чувствительности камеры достигалось объединением ячеек матрицы 2 2 и 3 3. Так как качество изображений звезд оказалось невысоким: > 2 , то в основном использовалось объединение 3 3; 1 4.7 пкл. Это в свою очередь ведет к увеличению шума считывания примерно до 4000 эл./пкл и числа темновых электронов, которые имеют вариации по времени с амплитудой до 10 эл./пкл, поэтому для уменьшения влияния этих факторов и упомянутой выше паразитной наводки мы более тщательно учитывали эти два инструментальных параметра: делали серии по 10—25 кадров и по возможности для каждого объекта*. Это позволяет получать усредненные кадры шумов считывания и темновых кадров с параметрами, близкими к заявленным фирмой-изготовителем, т. е. вариацией шума считывания около 1 эл./пкл. Каждая экспозиция должна иметь свой темновой кадр, так как удвоение темновых электронов происходит быстрее удвоения экспозиции.

Согласно рекомендациям разработчиков камер сигнал должен быть около половины предельного накопления на пиксель (65535). Это связано с избеганием нелинейности вверху шкалы и уменьшения влияния фоновых ошибок. В ходе нашего исследования для коррекции нелинейности камеры была выведена поправка, учитывающая разницу блеска объекта и стандарта (0.01 m).

Применение обычной процедуры редукции наблюдений позволило достичь предельных звездных величин в полосе $U = 16.5^m$ для экспозиций 240 с; $B = 18.5^m$ для экспозиций 120 с; $V = 20$ — 21^m для экспозиций 120 с при размере изображений около 1.5—2 на уровне 1 . Внутренняя точность

* Указанные авторами значения темнового тока и шума считывания соответственно на порядок и в сотни раз превышают показатели, приводимые в техническом описании камеры «Apogee Alta U-42» (Прим. ред.)

фотометрии оказалась на уровне 0.005^m . Сравнение наших данных с аналогичными данными других исследований показало согласие на уровне 0.02^m , что обусловлено ошибками учета атмосферной экстинкции и трансформации инструментальной цветовой системы фотометра в стандартную.

Исследование экстинкции. Данные для экстинкции были получены как из специально организованных наблюдений нескольких звезд (условное название — «метод пары звезд», см. [4]), так и длительных наблюдений одной звезды (условное название — «метод Бугера»). В первом случае наблюдались стандартные звезды в экваториальных площадках SA из каталога [5]. Если удавалось подобрать из этого каталога в одной площадке две звезды или более с большим и малым показателями цвета, то мы получали цветовую зависимость коэффициента экстинкции (в ночь 20 июня 2009 г. цветовая зависимость не была определена по причине недостаточной разницы воздушных масс площадок — менее 1.5). Во втором случае наблюдались произвольные звезды поля в окрестностях объекта мониторинга (всегда несколько таких звезд для исключения переменных). Полученные коэффициенты экстинкции приведены в таблице.

Фотометрические измерения для одиночных звезд показали, что прозрачность может варьировать в течение ночи, даже при отсутствии явных признаков нестабильности.

На рис. 1 показаны такие ряды для четырех звезд, полученные 22 мая 2008 г., когда небо было ясным, но ниже телескопа над морем стелился туман.

Сравнение значений экстинкции, полученных нами, со средними значениями для КрАО (п. Научный) показывает отличную прозрачность в ночи наблюдений (рис. 2).

Коэффициенты экстинкции в инструментальных фотометрических полосах $ubvr_i$.

Дата	Метод	u	b	v	r	i
23.11.2007	Бугера				0.154 ^m	
12.12.2007	пары звезд SA93-317, SA97-252	0.64 ^m	0.26 ^m	0.17 ^m	0.13 ^m	
18.05.2008	Бугера					0.120 ^m
22.05.2009	пары звезд SA105-815, SA 110-496, 497, 499,502, 503,504, 506,507	0.662–0.386 ($U-B$)	0.404–0.054 ($B-V$)	0.240–0.040 ($B-V$)	0.130	0.096
08.06.2009	пары звезд SA107-1006; SA111-773, 775	0.578–0.159 ($U-B$)	0.441–0.040 ($B-V$)	0.240–0.031 ($B-V$)	0.186	0.117
10.06.2009	пары звезд SA107-1006; SA111-773, 775	0.687–0.084 ($U-B$)	0.525–0.034 ($B-V$)	0.361–0.037 ($B-V$)	0.309	0.228
20.06.2009	пары звезд SA107-1006; SA111-773,775	0.45 ^m	0.35 ^m	0.24 ^m	0.17 ^m	0.11 ^m
Принято для практического использования		(0.59±0.09)– (–0.20±0.16) ($U-B$)	(0.43±0.10)– (–0.04±0.01) ($B-V$)	0.24±0.07	0.18 ±0.07	0.13 ±0.05

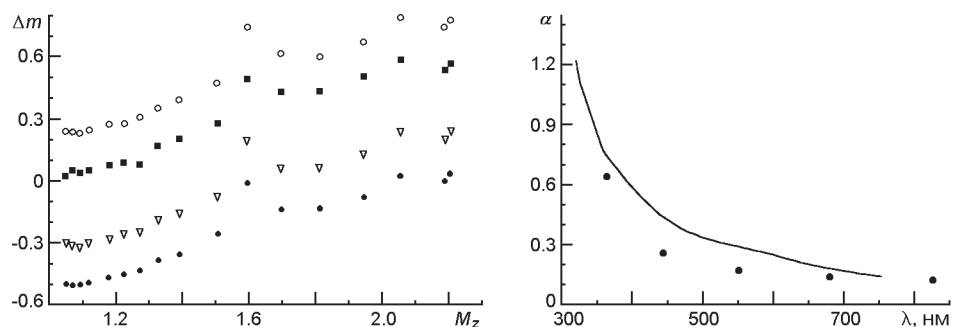


Рис. 1. Относительные вариации блеска четырех звезд поля в области старой Новой V476 Cyg во время наблюдений 22 мая 2008 г.

Рис. 2. Сравнение наших измерений (точки) со средними значениями экстинкции в п. Научном (линия) согласно [2]

Данные свидетельствуют о сильной цветовой зависимости коэффициентов экстинкции в некоторые ночи наблюдений. Это может быть связано с зависимостью эффективной длины волны полос U , B и V от спектрального класса использованных красных звезд: с наличием полос TiO у кислородных звезд или полос CN и C_2 у углеродных звезд.

Распределения ясного наблюдательного времени и качество изображений. В 2007 г. было 120 ночей наблюдений (около 30 % всего за год) по нашему журналу наблюдений, из них только 10 ночей можно определить как фотометрические, когда какая-либо облачность отсутствовала в течение всей ночи. Это относится к периодам наших наблюдений: февраль — июнь, октябрь — декабрь.

Регистрация состояния неба в 2007—2008 гг. показывает, что пункт наблюдений имеет достаточное количество удовлетворительно ясного неба (кратковременная проходящая облачность). Наименьшее количество ясного времени имеется в ноябре — декабре.

Заметное влияние имеет особенность астропункта: расположение в узкой полосе между морем и хребтом Крымских гор. Это обуславливает случаи резкого изменения облачного покрова, особенно в зимне-весенний период.

Размер изображений звезд, который оперативно определялся управляющей программой MaxIm DL как полная ширина изображения на половине максимума интенсивности, имеет широкий диапазон значений (рис. 3). Нет периодов явно хорошего качества изображения. Большое влияние оказывает роза ветров. При северном ветре (со стороны горного хребта) гарантировано плохое изображение: размер может достигать 20 при ясном небе. Некоторые другие детали по качеству изображения можно найти в работе [1].

На рис. 4 приведен пример влияния нестабильности атмосферы на точность фотометрии; экспозиция каждой точки 10 с. Видно, что переход между нестабильным состоянием (проходящее облако) и стабильным занимает небольшое время.

Заключение. Высокая прозрачность земной атмосферы на г. Кошка соответствует географическому положению пункта, его высоте над уровнем моря, удаленности от промышленных зон и не имеет явных особенностей. В

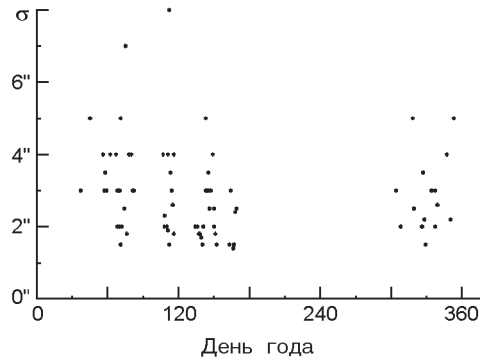


Рис. 3. Отдельные оценки размера изображения звезды (качество изображения) в течение некоторых периодов года

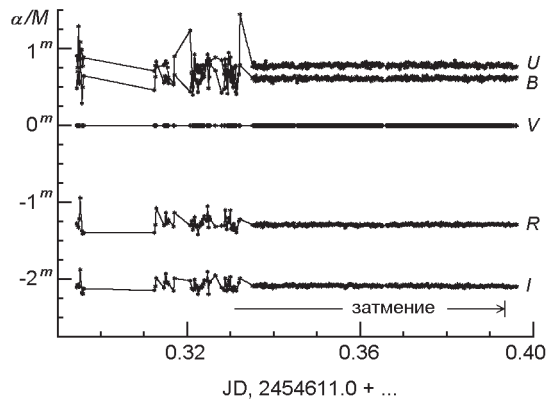


Рис. 4. Мониторинг явления затмения у объекта TrES-2b в ночь с переменной облачностью

то же время для пункта характерны частые периоды неустойчивости качества изображений, нередко достигающего 10 и более.

Авторы признательны А. Дельцу за техническую поддержку наблюдений.

1. Газе В. Ф. Выбор места для Крымской астрофизической обсерватории // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1948.—3.—С. 99—108.
2. Глушнев И. Н., Дорошенко В. Т. О коэффициенте прозрачности атмосферы по спектрофотометрическим наблюдениям в Крыму (Крымская станция ГАИШ) // Астрон. циркуляр.—1973.—№ 754.—С. 1—3.
3. Bessell M. S. *UBVRI* passbands // *Publs Astron. Soc. Pacif.*—1990.—100, N 496.—P. 1181—1199.
4. Crawford D. L., Golson J. C., Landolt A. U. A *UBV* equatorial-extinction star network // *Publs Astron. Soc. Pacif.*—1971.—83.—P. 952—495.
5. Landolt A. U. *UBVRI* photometric standard stars around the celestial equator: updates and additions // *Astron. J.*—2009.—137, N 5.—С. 4186—4269.

Поступила в редакцию 25.08.10