

УДК 520.82.053

**Применение предварительной цифровой фильтрации для обработки изображений комет**

Р. А. Варданыя, М. С. Мирзоян, Ю. В. Спзоненко

Сообщается о применении метода предварительной цифровой фильтрации с усреднением медиан для обработки изображений комет. После однократного применения фильтрации дисперсия фотометрического фона уменьшилась более чем в два раза, возросло количество выделенных уровней плотности, улучшилось разрешение деталей структуры хвоста кометы.

*THE APPLICATION OF PRELIMINARY DIGITAL FILTERING FOR THE PROCESSING OF COMETARY IMAGES, by Vardanyan R. A., Mirzoyan M. S., Sizonenko Yu. V.*—The application of preliminary digital filtering with the averaging of medians for the processing of cometary images is reported. After a single application of filtering the dispersion of photographic background was twice as low, the number of separated density levels was increased, and the separation of cometary tail structure was improved.

Метод предварительной цифровой фильтрации данных наблюдений успешно применяется в Бюраканской астрофизической обсерватории для обработки результатов фотографической фотометрии. Применение предварительной цифровой фильтрации позволяет обнаружить звезды на  $1^m$  слабее, чем это возможно при фотометрии без фильтрации [2]. Уменьшение дисперсии фотометрического фона в 2—3 раза позволяет значительно улучшить отношение сигнал—шум для фотометрических отсчетов, выявить не проявившиеся в процессе фотометрирования слабые малоконтрастные детали изображения.

Метод предварительной цифровой фильтрации применен нами для обработки результатов детальной фотометрии снимков кометы Веста 1976 VI. На фотометре PDS-8 Бюраканской астрофизической обсерватории с диафрагмой  $50 \times 50$  мкм получены матрицы фотометрических отсчетов с шагом  $\Delta x = 196$  мкм по оси  $x$  и  $\Delta y = 234$  мкм по оси  $y$ . Матрицы состоят из  $256 \times 256$  отсчетов и отображают распределение почернений на снимках кометы. Выбор шага сканирования определялся с одной стороны минимальными размерами структурных деталей изображения кометы, а с другой — требованиями обрабатываемой программы к размеру матрицы. Для придания более достоверного значения любому элементу фотометрической матрицы ему присваивалось среднее значение 9 элементов окружающей его матрицы  $3 \times 3$  элемента. Существует несколько способов усреднения этих элементов. Наиболее предпочтительным является способ усреднения 4 медианных значений, полученных из 3 элементов матрицы, которые лежат на одной прямой [1].

Предположим, что имеем квадратную матрицу  $\|X_{ij}\|$  ( $i=1, 2, 3; j=1, 2, 3$ ) фотометрических отсчетов, окружающих отсчет  $X_{22}$ . Найдем для нее медианные значения:

$$\text{мед}(X_{11} \ X_{22} \ X_{33}) = a_1$$

$$\text{мед}(X_{13} \ X_{22} \ X_{31}) = a_2$$

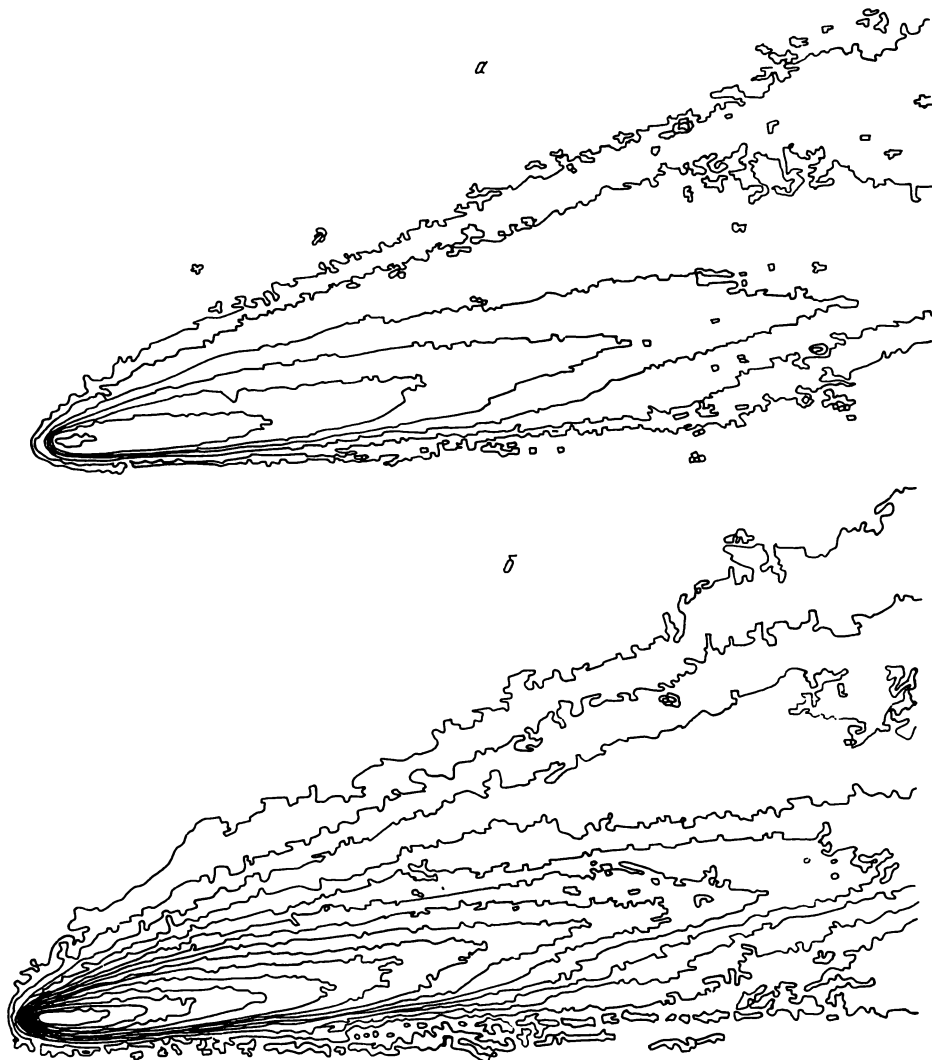
$$\text{мед}(X_{12} \ X_{22} \ X_{32}) = a_3$$

$$\text{мед}(X_{23} \ X_{22} \ X_{21}) = a_4$$

Новое значение  $X'_{22}$  найдем усреднением медианных значений:  $X'_{22} = (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) / 4$ .

Рассматриваемая матрица в процессе вычислений является скользящей, т. е. для элемента  $X_{23}$  новое значение  $X$  определяется усреднением медианных значений элементов матрицы  $\|X_{ij}\|$ , где  $i=1, 2, 3$ , а  $j=2, 3, 4$ . Более подробно алгоритмы медианных фильтров и их свойства описаны в [3].

Для количественных оценок эффективности метода, а также для вывода обработанных цифровых изображений вычислялись два параметра: среднее значение фона  $\bar{D}_\phi$  и дисперсия фона  $\sigma_\phi$ . Разбив фотометрическую матрицу на квадраты, содержащие  $8 \times 8$  элементов, мы получили новые значения  $\bar{D}_i$  и  $\sigma_i$ , где  $i$  — номер квадрата разбиения. Из всех значений почернения и их дисперсий ( $\bar{D}_i$  и  $\sigma_i$ ) выделены 20% минимальных значений, отдельно  $\bar{D}_i$  и  $\sigma_i$ . Затем усреднены те  $\bar{D}_i$  и  $\sigma_i$ , у которых значения индекса  $i$  совпадали, т. е. значения, принадлежащие одним и тем же квадратам.



Изоденсы, полученные при обработке снимка кометы Веста 1976 VI от 9.079861 марта 1976 г. (а — Изоденсы без применения фильтрации; б — Изоденсы после применения фильтрации)

Это условие гарантирует, что вычисленные средние значения  $D_\phi$  и  $\sigma_\phi$  получены из тех квадратов, которые имеют наиболее однородное распределение фона. Почернения  $D_i$  фотометрической матрицы  $256 \times 256$  отсчетов разделены на величину средней дисперсии фона  $\sigma_\phi$  и выведены на АЦПУ ЭВМ. Таким образом получена фотометрическая карта изображения кометы, на которой почернения представлены в величинах, пропорциональных отношению сигнал — шум. Изоденсы, полученные при обработке снимка кометы Веста, представлены на рис. 1. В первом случае среднее значение дисперсии  $\sigma_\phi = 4.2$  при  $D_\phi = 152$ . Во втором случае среднее  $\sigma_\phi = 1.9$  при  $D_\phi = 151$ . Дисперсия фона после однократного применения ПЦФ уменьшилась более чем в два раза. Вследст-

вие этого возросло количество выделенных уровней плотности и разрешение деталей структуры хвоста кометы. Хвост I типа на рис. 1, *a* виден как узкая сплошная полоса. На рис. 1, *b* хвост I типа приобрел структуру, которая совпадает с деталями, заметными на оригинальном снимке. Применение ПЦФ позволило исключить часть изображений звезд и мелких дефектов фотографической эмульсии с размерами менее 0.4 мм.

1. Варданян Р. А. Предварительная цифровая фильтрация с усреднением медиан.— Сообщ. Бюракан. астрофиз. обсерватории, 1983, вып. 54, с. 60—64.
2. Варданян Р. А., Мирзоян М. С., Погосян Г. А. Применение предварительной цифровой фильтрации для обработки изображений астрономических объектов.— Докл. АН АрмССР, 1981, 72, № 7, с. 162—168.
3. Хуанг Т. С., Эклунд Дж. О., Нуссбаумер Т. Дж. и др. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений.— М.: Радио и связь, 1984.—221 с.

Бюракан. астрофиз. обсерватория АН АрмССР,  
 Глав. астрон. обсерватория АН УССР, Киев

Поступила в редакцию 01.03.85

УДК 524.338

## Антивспышки и гипотеза температурных вариаций

А. Ф. Пугач

Показано, что наблюдаемые у многих антивспыхивающих звезд зависимости между изменениями блеска  $\Delta V$  и изменениями показателей цвета ( $B - V$ ), ( $V - R$ ) и ( $V - I$ ) значительно отличаются от подобных зависимостей, вычисленных в предположении, что переменность АВЗ в начальной стадии падения блеска объясняется изменением температуры их фотосфер.

*ANTIFLARES AND THE HYPOTHESIS OF THERMAL BRIGHTNESS VARIATIONS, by Pugach A. F.*— It is shown that the observed magnitude-colour relations observed in antiflare stars differ strongly from calculated ones if the thermal model of brightness variability is adopted.

В последнее время широко обсуждается вопрос о причинах оптической переменности быстрых неправильных переменных звезд ранних спектральных классов с неперiodическими ослаблениями блеска, которые для краткости назовём антивспыхивающими звездами (АВЗ). Основной процесс переменности блеска этих звезд заключается в появлении непредсказуемых ослаблений яркости продолжительностью 1—5 суток и амплитудой  $0.7^m$ — $2.5^m$ . К объяснению возможных причин такой переменности иногда привлекается гипотеза температурных изменений фотосферы (*T*-гипотеза), которые могут носить глобальный или локальный (пятенный) характер [4]. Трудности температурного подхода к интерпретации антивспышек начинаются при попытке объяснить большую амплитуду переменности блеска (нужно «запятнить» подавляющую часть поверхности звезды), либо большую скорость изменения блеска (мешает тепловая инерция фотосферы). Особую сложность вызывает интерпретация случаев одновременного действия обоих указанных факторов, что в действительности наблюдалось у звезд RZ Psc, VX Cas, V346 Ori, V351 Ori.

Помимо этих общих рассуждений, имеются противоречащие *T*-гипотезе наблюдательные факты. Так, например, значительная оптическая переменность звезды UX Ori (A3e) не сопровождалась изменением величины бальмеровского скачка, что свидетельствует, по мнению авторов работы [8], о постоянстве температуры.

В данной работе автор рассматривает еще один независимый аргумент против *T*-гипотезы.

Из анализа многочисленных опубликованных и собственных фотоэлектрических наблюдений SU Aur, VX Cas, VH Ser, VO Ser, UX Ori, V346 Ori, V351 Ori, V586 Ori, IP Per, XY Per, RZ Psc и WW Vul найден закон зависимости между изменениями блеска  $\Delta V$  и изменением показателей цвета  $U - B$ ,  $B - V$ ,  $V - R$  и  $V - I$  в начальной стадии падения блеска. Он оказывается идентичным для всех звезд независимо