

# А С Т Р О Ф И З И К А

ТОМ 37

МАЙ, 1994

ВЫПУСК 2

УДК: 520. 82

**$B$ ,  $V$  — ФОТОМЕТРИЯ Mrk 421 (B2 1101+38) В 1982—1991 гг.**

**В.А.ГАГЕН-ТОРН, Н.Н.ДРОЗДОВА, В.А.ЯКОВЛЕВА**

Поступила 15 февраля 1994

Принята к печати 25 февраля 1994

Приводятся результаты фотоэлектрических  $B$ ,  $V$  — наблюдений Mrk 421 в 1982—1991 гг. Найден, что зависимость средних за сезон показателей цвета  $\overline{B-V}$  от величин  $\overline{B}$  можно объяснить в рамках двухкомпонентной модели (подстилающая галактика + переменный точечный источник). Установлено, что показатель цвета  $(B-V)_{var}$  переменного источника не изменяется, а наблюдаемая переменность показателя цвета обусловлена изменением вклада переменного источника в суммарный поток.

1. *Введение.* Радиоисточник B2 1101+38 (Mrk 421), отождествленный с эллиптической галактикой с  $z = 0.0308$ , был включен в выполнявшуюся в Астрономической обсерватории Ленинградского университета программу поляризационных и фотометрических наблюдений компактных внегалактических объектов в 1974 г., когда было установлено, что в оптической области спектр его чисто непрерывный [1], а излучение поляризовано и переменное [2]. На основании этих данных Mrk 421 был отнесен к объектам типа BL Lac.

Результаты наблюдений BL Lac за 1974—1982 гг. опубликованы в работе [3], в которой было показано, что объект становится более голубым при возрастании блеска, а наблюдаемую среднюю зависимость показателя цвета  $B-V$  от блеска  $B$  можно объяснить в рамках двухкомпонентной модели (галактика + переменный точечный источник), если считать, что  $B_{gal} \approx 15.5$ , ее показатель цвета  $(B-V)_{gal} \approx 1.0$ , а показатель цвета переменного компонента  $(B-V)_{var} \approx 0.3$ . Было отмечено, что существуют небольшие изменения цвета переменного компонента от сезона к сезону, поскольку в разные сезоны при

одном и том же блеске наблюдаемый показатель цвета  $B-V$  уклоняется от среднего значения в разные стороны.

Фотометрические наблюдения Mrk 421 были продолжены и их результаты за 1982—1991 гг. публикуются в настоящей статье.

**2. Результаты наблюдений.** Аппаратура, методика наблюдений и обработки не претерпели изменений по сравнению с описанными в [3]. Наша фотометрическая система близка к системе  $B, V$  Джонсона (поправки при переходе к стандартной системе не превышают  $0^m.01 - 0^m.02$ ). Наблюдения выполнялись дифференциально относительно звезды сравнения BD +39° 2407, для которой принято  $B = 10^m.51$ ,  $B-V = +0^m.09$ . Большая часть наблюдений выполнена с диафрагмой диаметром  $26''.7$ .

Результаты наблюдений приведены в третьем и четвертом столбцах табл.1. Точность этих данных  $0^m.02 - 0^m.04$ .

**3. Анализ наблюдательных данных. а) Общий характер переменности.** Кривая блеска Mrk 421 в полосе  $B$  и изменения показателя цвета  $B-V$  представлены на рис.1. Его рассмотрение показывает, что в изменениях блеска в 1982—1991 гг. присутствует волна с характерным временем переменности около 8 лет и амплитудой  $\approx 1^m$ . Ранее наличие такой волны для этого же интервала времени было отмечено С.Кикучи [4] (детальное сопоставление фотометрических данных затруднено из-за различий в диафрагмах, с которыми велись наблюдения). Используя данные нашей работы [3], С.Кикучи указал также, что аналогичная волна наблюдалась и в 1974—1982 гг. Является ли такое совпадение случайным или свидетельствует о периодичности изменений блеска, пока сказать невозможно — нужны дальнейшие наблюдения.

Рис.1 определенно подтверждает сделанное нами в [3] заключение о связи между изменениями блеска и цвета объекта. На цветовой кривой также видна волна, свидетельствующая о том, что при уменьшении блеска объект становится более красным.

Поскольку ошибки индивидуальных наблюдений и возможные изменения на малых характерных временах несколько маскируют эти изменения, нами были сопоставлены средние за сезон значения блеска и цвета. При усреднении мы сначала переходили к потокам, затем находили средние значения потоков в полосах  $B$  и  $V$ , а затем возвращались к звездным величинам. При этих переходах использовалась абсолютная калибровка  $B, V$  величин из работы [5], которую мы считаем наиболее надежной (обсуждение см. в [6]). Из [5] следует, что связь между потоками в  $m\lambda$  и величинами дается формулами:

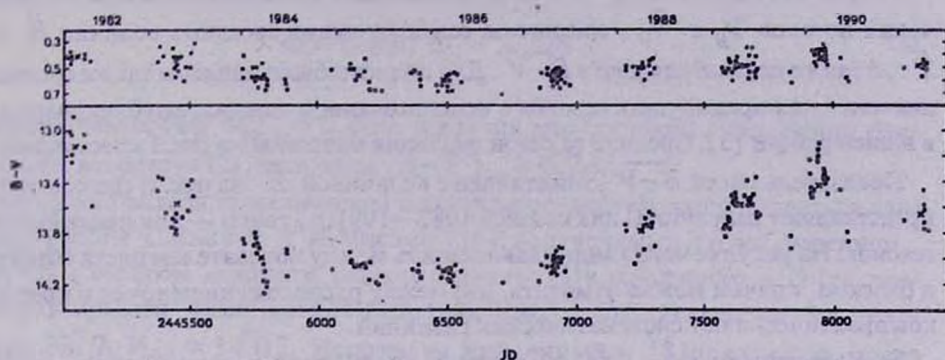


Рис.1. Изменения блеска и цвета Mrk 421 в 1982—1991 гг. Крестики — средние за сезон значения.

$$\lg \Phi_B = 6.591 - 0.4B \quad (1)$$

$$\lg \Phi_V = 6.561 - 0.4V$$

Для связи между отношением потоков и показателем цвета из (1) получаем:

$$\lg \Phi_B / \Phi_V = 0.030 - 0.4(B - V). \quad (2)$$

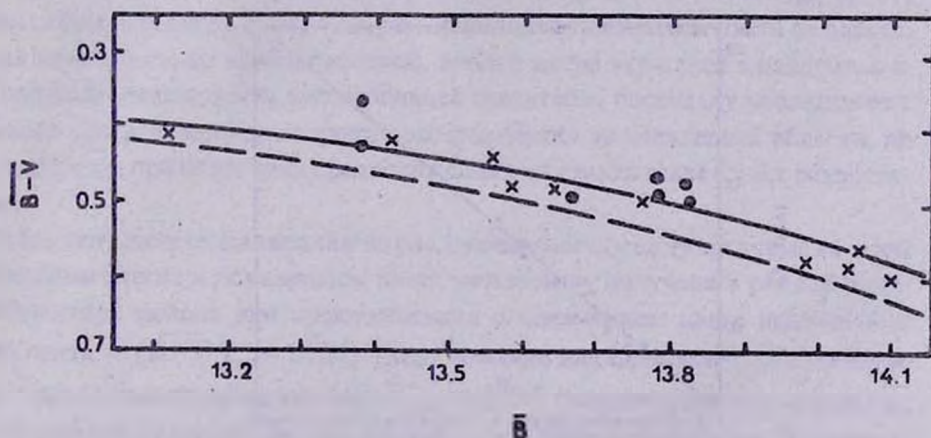


Рис.2. Связь между средними за сезон значениями блеска и цвета. Крестики — величины, найденные по результатам этой работы, точки — величины для предыдущих сезонов, найденные по данным работы [3]. Штриховая кривая — представление при  $B_{gal} \approx 15.12$ , сплошная — при  $B_{gal} \approx 15.30$ ; в обоих случаях показатель цвета переменного компонента  $(B - V)_{var} = 0.24$ .

Результаты представлены в табл.2, дающей для каждого сезона средние значения потоков  $\bar{\Phi}_B$  и  $\bar{\Phi}_V$ , средние за сезон значения звездных величин  $\bar{B}$  и  $\bar{V}$ , а также показателя цвета  $\bar{B}-\bar{V}$ . Для полноты были найдены также средние значения для предыдущих сезонов с использованием данных, опубликованных в нашей работе [3]. Средние за сезон значения нанесены на рис.1 крестиками.

Показатель цвета  $\bar{B}-\bar{V}$  сопоставлен с величиной  $\bar{B}$  на рис.2, где крестики представляют результаты для сезонов 1982—1991гг., точки — для предыдущих сезонов. На рисунке четко видна зависимость между показателем цвета объекта и блеском, причем можно отметить, что между расположением точек и крестиков практически нет систематических различий.

б) *Интерпретация.* Для объяснения полученной в предыдущем разделе зависимости в рамках двухкомпонентной модели, сопоставим приведенные в табл.2 значения потоков  $\bar{\Phi}_B$ , найденные для разных сезонов, с соответствующими значениями потоков  $\bar{\Phi}_V$ . Рис.3 дает графическое представление зависимости между этими потоками. Видно, что и точки, и крестики (обозначения такие же, как на рис.2) располагаются на графике вдоль одной и той же прямой линии. Согласно Я.Холоневскому [7] это означает, что цвет переменного компонента остается неизменным, причем угловой коэффициент прямой дает отношение потоков переменного источника  $(\bar{\Phi}_B/\bar{\Phi}_V)_{var}$ , по которому с помощью формулы (2) можно найти его показатель цвета  $(B-V)_{var}$ .

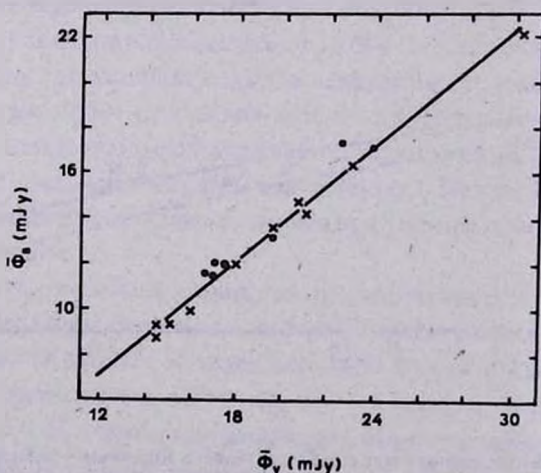


Рис.3. Сопоставление средних за сезон значений потоков в полосах В и V. Обозначения те же, что на рис.2. Прямая проведена методом ортогональной регрессии.

Проведение прямой методом ортогональной регрессии дает следующее уравнение:

$$\bar{\Phi}_B = 0.860 \bar{\Phi}_V - 3.226 \quad (3)$$

Следовательно,  $(\bar{\Phi}_B/\bar{\Phi}_V)_{var} = 0.860$ , и для показателя цвета переменного компонента, используя (2), получаем  $(B-V)_{var} = 0^m.24$ .

Для учета вклада галактической полложки попробуем воспользоваться данными работы С.Киучи и Й.Миками [8], полученными по наблюдениям Mrk 421 с набором диафрагм разного диаметра. Из найденного в [8] распределения яркости подстилающей галактики (рис.1 в [8]) следует, что для диафрагмы  $26''.7$ ,  $V_{gal} = 14^m.07$ . Используя найденный в [8] показатель цвета галактики  $(B-V)_{gal} = 1^m.05$ , получим  $B_{gal} = 15^m.12$ . Имея эти данные о галактике и показателе цвета переменного компонента, легко рассчитать ожидаемую при наблюдениях зависимость показателя цвета  $B-V$  от величины  $\bar{B}$ . Результаты даются штриховой кривой на рис.2.

Видно, что эта кривая плохо представляет наблюдаемые точки. Сплошная кривая дает расчетную зависимость для тех же значений показателей цвета, но при величине  $B_{gal} = 15^m.30$ . Она достаточно хорошо представляет наблюдаемую зависимость между средними за сезон значениями показателей цвета  $B-V$  и величин  $\bar{B}$ .

Мы видим, что сравнительно небольшое различие в величине  $B_{gal}$  ( $0^m.18$ ) очень сильно влияет на вычисленную зависимость показателя цвета от блеска. Такая неточность, по нашему мнению, вполне могла вкратиться в найденное в [8] распределение яркости подстилающей галактики, поскольку наблюдения с разными диафрагмами дают форму распределения во внеядерной области, по которой потом при некоторых предположениях восстанавливается все распределение.

Итак, соответствующая волнам на рис.1 зависимость между средними за сезон значениями блеска и показателем цвета может быть получена в рамках двухкомпонентной модели при предположении о неизменном цвете переменного компонента —  $(B-V)_{var} = 0^m.24$ , блеск которого накладывается на излучение галактики с показателем цвета  $(B-V)_{gal} = 1^m.05$  (характерным для гигантских эллиптических галактик) и величиной  $B_{gal} = 15^m.30$  (в диафрагме диаметром  $26''.7$ ).

При постоянной Хаббла  $50 \text{ км/с/Мпк}$  и использовании для нахождения апертурной поправки кривой нарастания блеска для ярчайших галактик скоплений, опубликованной А.Сандейджем [9], для абсолютной величины галактики по

изофоте  $26^m/\text{кв.}''$  получаем  $M_V^{26} = -22^m.8$ , что, действительно, соответствует гигантской эллиптической галактике.

4. *Заключение.* Резюмируем основные результаты работы.

а) Выполнены фотометрические  $B$ ,  $V$  — наблюдения блазара Mrk 421 (B2 1101+38), охватывающие период времени с 1982г. по 1991г.

б) Подтверждено существование связи между наблюдаемыми изменениями блеска и цвета объекта, найденной в предыдущей работе авторов [3]. При уменьшении блеска объект краснеет.

в) Показано, что цвет переменного компонента в среднем остается неизменным:  $(\overline{B-V})_{\text{var}} = 0^m.24$ .

г) Наблюдаемая зависимость между средними за сезон показателями цвета  $\overline{B-V}$  и величинами  $\overline{B}$  объяснена в рамках двухкомпонентной модели (подстилающая галактика с  $B = 15^m.30$  в диафрагме диаметром  $26''.7$  и переменный по потоку точечный источник с  $(\overline{B-V})_{\text{var}} = 0^m.24$ ).

д) Наблюденный в [8] цвет и полученная нами оценка абсолютной величины подстилающей галактики ( $M_V^{26} = -22^m.8$ ) свидетельствуют о том, что это гигантская эллиптическая галактика.

Детальный анализ фотометрического поведения объекта в разные сезоны будет дан в отдельной статье.

В.А.Гаген-Торн и В.А.Яковлева благодарны Американскому астрономическому обществу за финансовую поддержку в 1993г.

Санкт-Петербургский государственный университет

## B, V PHOTOMETRY OF Mrk 421 (B2 1101+38) DURING 1982—1991

V.A.HAGEN-THORN, N.N.DROZDOVA, V.A.YAKOVLEVA

The results are given of the photoelectric  $B$ ,  $V$  observations of Mrk 421 during 1982—1991. It is found that the observed dependence between averaged within a year color indexes  $B-V$  and brightnesses  $B$  may be explained in the frame of two-component model (host galaxy + variable point source). The color index  $B-V$  of

the variable source is found to be unchanged, the observed variability of color index being due to variations of the source contribution to the total flux.

## ЛИТЕРАТУРА

1. M.-H. Ulrich, *Astrophys. J., Lett.*, 14, 89, 1973.
2. В.А.Гаген-Торн, Е.В.Семенова, *Астрон. циркуляр*, №838, 1, 1974.
3. В.А.Гаген-Торн, С.Г.Марченко, Р.И.Смехачева, В.А.Яковлева, *Астрофизика*, 19, 199, 1983.
4. S.Kikuchi, In "Variability in Blazars", E.Valtaja, M.Valtonen eds., Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1992, P.289.
5. S.L.O'Dell, J.J.Pushell, W.A.Stein et al., *Astrophys. J.*, 224, 22, 1978,.
6. В.А.Гаген-Торн, С.Г.Марченко, О.В.Михайчук, *Астрофизика*, 32, 429, 1990.
7. J.Choloniewski, *Acta Astron.*, 31, 293, 1981.
8. S.Kikuchi, Y.Mikami, *Publ. Astron. Soc. Jap.*, 39, 237, 1987.
9. A.R.Sandage, *Astrophys. J.*, 173, 485, 1972.

Таблица 1

## РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

| ДАТА    | J,D<br>2440000 + | B      | B - V  |
|---------|------------------|--------|--------|
| 1       | 2                | 3      | 4      |
| 1982    |                  |        |        |
| 24-25.2 | 5025.44          | 13.00  | +0.37  |
| 25-26.2 | 5026.35          | 13.02  | +0.41  |
| 26-27.2 | 5027.37          | 12.87  | +0.41  |
| 04-05.3 | 5033.52          | 13.23  | +0.46  |
| 05-06.3 | 5034.57          | 13.18  | +0.40  |
| 22-23.4 | 5082.35          | 13.11  | +0.43  |
| 25-26.4 | 5085.42          | 13.01  | +0.38  |
| 20-21.5 | 5110.28          | 13.57  | +0.44  |
| 1983    |                  |        |        |
| 05-06.2 | 5371.15          | 13.15  | +0.44  |
| 07-08.2 | 5373.50          | 13.35  | +0.33  |
| 21-22.2 | 5387.51          | 13.34  | +0.43  |
| 21-22.2 | 5387.58          | 13.38  | +0.39  |
| 07-08.3 | 5401.38          | 13.63: | +0.55: |
| 05-06.4 | 5430.40          | 13.68  | +0.35  |
| 07-08.4 | 5432.46          | 13.76  | +0.42  |
| 12-13.4 | 5437.38          | 13.70  | +0.50  |
| 13-14.4 | 5438.33          | 13.76  | +0.58  |
| 15-16.4 | 5440.36          | 13.79  | +0.52  |
| 18-19.4 | 5443.38          | 13.64  | +0.47  |
| 09-10.5 | 5464.30          | 13.67  | +0.42  |
| 03-04.6 | 5489.30          | 13.62  | +0.49  |
| 08-09.6 | 5494.31          | 13.14  | +0.49  |

Таблица 1 (продолжение)

| 1        | 2       | 3     | 4     |
|----------|---------|-------|-------|
| 15-16.6  | 5501.22 | 13.38 | +0.37 |
| 28-29.6  | 5514.26 | 13.51 | +0.31 |
| 1984     |         |       |       |
| 03-04.1  | 5703.51 | 13.97 | +0.59 |
| 05-06.1  | 5705.59 | 13.81 | +0.51 |
| 09-10.1  | 5709.59 | 13.87 | +0.42 |
| 20-21.2  | 5751.28 | 13.79 | +0.50 |
| 21-22.2  | 5752.31 | 13.84 | +0.57 |
| 23-24.2  | 5754.39 | 13.87 | +0.57 |
| 24-25.2  | 5755.42 | 13.86 | +0.49 |
| 25-26.2  | 5756.40 | 13.94 | +0.61 |
| 05-06.3  | 5765.46 | 13.90 | +0.65 |
| 22-23.3  | 5782.39 | 14.03 | +0.47 |
| 29-30.3  | 5789.40 | 14.10 | +0.56 |
| 30-31.3  | 5790.40 | 14.17 | +0.59 |
| 31.3-1.4 | 5791.41 | 14.27 | +0.68 |
| 03-04.4  | 5794.35 | 14.20 | +0.64 |
| 04-05.4  | 5795.40 | 14.17 | +0.60 |
| 22-23.6  | 5874.30 | 13.91 | +0.61 |
| 23-24.6  | 5875.27 | 13.92 | +0.63 |
| 24-25.6  | 5876.26 | 14.13 | +0.67 |
| 15-16.12 | 6050.53 | 14.07 | +0.51 |
| 1985     |         |       |       |
| 23-24.2  | 6120.44 | 13.94 | +0.46 |
| 01-02.3  | 6126.55 | 13.99 | +0.50 |
| 02-03.3  | 6127.57 | 14.01 | +0.50 |
| 14-15.3  | 6139.45 | 14.06 | +0.60 |
| 17-18.4  | 6173.34 | 14.03 | +0.43 |

Таблица 1 (продолжение)

| 1         | 2       | 3     | 4     |
|-----------|---------|-------|-------|
| 18-19.4   | 6174.36 | 14.04 | +0.53 |
| 09-10.5   | 6195.30 | 14.02 | +0.62 |
| 10-11.5   | 6196.24 | 14.15 | +0.67 |
| 11-12.6   | 6228.28 | 14.18 | +0.68 |
| 23-24.6   | 6240.30 | 14.13 | +0.68 |
| 22-23.10  | 6361.58 | 14.27 | +0.53 |
| 23-24.10  | 6362.56 | 14.08 | +0.52 |
| 14-15.11  | 6384.56 | 14.03 | +0.54 |
| 15-16.11  | 6385.49 | 14.10 | +0.60 |
| 21-22.11  | 6391.56 | 14.13 | +0.65 |
| 1986      |         |       |       |
| 07-08.2   | 6469.50 | 14.06 | +0.64 |
| 08-09.2   | 6470.38 | 13.99 | +0.68 |
| 18-19.2   | 6480.52 | 14.13 | +0.63 |
| 10-11.3   | 6500.42 | 14.15 | +0.65 |
| 11-12.3   | 6501.40 | 14.07 | +0.60 |
| 13-14.3   | 6503.31 | 14.08 | +0.68 |
| 14-15.3   | 6504.42 | 14.09 | +0.56 |
| 16-17.3   | 6504.55 | 14.08 | +0.55 |
| 18-19.3   | 6508.48 | 14.17 | +0.55 |
| 29-30.3   | 6519.29 | 14.20 | +0.68 |
| 07-08.4   | 6528.22 | 14.11 | +0.55 |
| 12-13.4   | 6533.37 | 14.04 | +0.55 |
| 05-06.5   | 6556.26 | 14.09 | +0.62 |
| 14-15.10  | 6718.58 | 14.18 | +0.70 |
| 1987      |         |       |       |
| 28.2-01.3 | 6855.49 | 14.18 | +0.66 |
| 07-08.3   | 6862.50 | 14.04 | +0.54 |

Таблица 1 (продолжение)

| 1         | 2                    | 3     | 4     |
|-----------|----------------------|-------|-------|
| 29-30.3   | 6884.48              | 13.97 | +0.55 |
| 31.3-01.4 | 6886.47              | 14.06 | +0.51 |
| 17-18.4   | 6903.34              | 13.99 | +0.60 |
| 20-21.4   | 6906.37 <sup>1</sup> | 14.27 | +0.52 |
| 20-21.4   | 6906.42              | 14.05 | +0.58 |
| 21-22.4   | 6907.29              | 13.97 | +0.65 |
| 22-23.4   | 6908.30              | 14.10 | +0.56 |
| 26-27.4   | 6912.30              | 13.94 | +0.53 |
| 27-28.4   | 6913.32              | 14.07 | +0.61 |
| 02-03.5   | 6918.35              | 14.10 | +0.56 |
| 04-05.5   | 6920.40              | 14.12 | +0.51 |
| 05-06.5   | 6921.42              | 14.05 | +0.61 |
| 16-17.5   | 6932.33              | 13.90 | +0.56 |
| 18-19.5   | 6934.35              | 13.99 | +0.56 |
| 19-20.5   | 6935.34              | 14.02 | +0.66 |
| 23-24.5   | 6939.34              | 13.90 | +0.55 |
| 26-27.5   | 6942.32              | 13.98 | +0.59 |
| 05-06.6   | 6952.27              | 14.10 | +0.61 |
| 24-25.6   | 6971.30              | 14.28 | +0.63 |
| 1988      |                      |       |       |
| 18-19.1   | 7179.44 <sup>2</sup> | 13.90 | +0.46 |
| 18-19.1   | 7179.55              | 13.77 | +0.51 |
| 19-20.1   | 7180.41              | 13.73 | +0.50 |
| 21-22.1   | 7182.55              | 13.73 | +0.49 |
| 07-08.3   | 7228.21              | 14.04 | +0.49 |
| 16-17.3   | 7237.25              | 13.77 | +0.55 |
| 07-08.4   | 7259.33              | 13.93 | +0.60 |
| 08-09.4   | 7260.33              | 13.74 | +0.45 |

Таблица 1 (продолжение)

| 1       | 2       | 3      | 4      |
|---------|---------|--------|--------|
| 12-13.4 | 7264.36 | 13.69  | +0.50  |
| 17-18.4 | 7269.42 | 13.75  | +0.50  |
| 05-06.5 | 7287.28 | 13.63  | +0.49  |
| 09-10.5 | 7291.36 | 13.76  | +0.55  |
| 12-13.5 | 7294.33 | 13.73  | +0.44  |
| 14-15.5 | 7296.27 | 13.65  | +0.43  |
| 20-21.5 | 7302.33 | 13.90  | +0.51  |
| 1989    |         |        |        |
| 24-25.2 | 7582.25 | 13.77  | +0.53  |
| 25-26.2 | 7583.28 | 13.84  | +0.50  |
| 02-03.3 | 7588.34 | 13.74  | +0.54  |
| 04-05.3 | 7590.49 | 13.69  | +0.51  |
| 05-06.3 | 7591.44 | 13.72  | +0.45  |
| 06-07.3 | 7592.39 | 13.61  | +0.46  |
| 09-10.3 | 7615.43 | 13.56  | +0.54  |
| 02-03.4 | 7619.36 | 13.52  | +0.52  |
| 03-04.4 | 7620.45 | 13.54  | +0.48  |
| 04-05.4 | 7621.36 | 13.57  | +0.46  |
| 05-06.4 | 7622.39 | 13.55  | +0.41  |
| 06-07.4 | 7623.26 | 13.49  | +0.49  |
| 09-10.5 | 7656.36 | 13.51  | +0.48  |
| 23-24.5 | 7670.30 | 13.39: | +0.35: |
| 25-26.5 | 7672.34 | 13.59  | +0.49  |
| 29-30.5 | 7676.34 | 13.55  | +0.40  |
| 30-31.5 | 7677.34 | 13.52  | +0.58  |
| 01-02.6 | 7679.27 | 13.53  | +0.54  |
| 03-04.6 | 7681.34 | 13.50  | +0.35: |
| 05-06.6 | 7683.28 | 13.57  | +0.47  |

Таблица 1 (продолжение)

| 1        | 2                    | 3      | 4      |
|----------|----------------------|--------|--------|
| 21-22.6  | 7699.27              | 13.35  | +0.55  |
| 25-26.6  | 7703.29              | 13.69  | +0.58  |
| 26-27.6  | 7704.28              | 13.65  | +0.52  |
| 27-28.6  | 7705.27              | 13.66  | +0.40  |
| 05-06.11 | 7836.56              | 13.82  | +0.53  |
| 06-07.11 | 7837.53              | 13.92  | +0.62  |
| 1990     |                      |        |        |
| 23-21.1  | 7915.46              | 13.23  | +0.36  |
| 24-25.1  | 7916.45              | 13.33  | +0.36  |
| 25-26.1  | 7917.41              | 13.50  | +0.41  |
| 26-27.1  | 7918.43              | 13.45  | +0.47  |
| 29-30.1  | 7921.51              | 13.52  | +0.48  |
| 03-04.2  | 7926.59              | 13.47  | +0.40  |
| 22-23.2  | 7945.37              | 13.20  | +0.36  |
| 24-25.2  | 7947.46              | 13.16  | +0.36  |
| 26-27.2  | 7949.33              | 13.24  | +0.39  |
| 27-28.2  | 7950.45              | 13.10  | +0.36  |
| 16-17.3  | 7967.34              | 13.32  | +0.31: |
| 17-18.3  | 7968.34 <sup>1</sup> | 13.33  | +0.36  |
| 19-20.3  | 7970.46              | 13.36  | +0.38  |
| 20-21.3  | 7971.33              | 13.38  | +0.46  |
| 21-22.3  | 7972.37              | 13.40  | +0.43  |
| 21-22.3  | 7972.46              | 13.37  | +0.42  |
| 25-26.3  | 7976.33              | 13.49  | +0.48  |
| 30-31.3  | 7981.50 <sup>1</sup> | 13.33  | +0.47  |
| 18-19.5  | 8030.28              | 13.47  | +0.42  |
| 26-27.5  | 8038.34 <sup>1</sup> | 13.61: | +0.54: |
| 20-21.6  | 8063.28              | 13.79  | +0.58  |

Таблица 1 (окончание)

| 1       | 2                    | 3     | 4     |
|---------|----------------------|-------|-------|
| 23-24.6 | 8066.29              | 13.86 | +0.59 |
| 1991    |                      |       |       |
| 09-10.1 | 8266.42 <sup>1</sup> | 13.63 | +0.50 |
| 12-13.1 | 8269.19 <sup>1</sup> | 13.66 | +0.49 |
| 23-24.1 | 8280.55              | 13.70 | +0.51 |
| 05-06.4 | 8352.27              | 13.77 | +0.57 |
| 06-07.4 | 8353.36              | 13.61 | +0.45 |
| 07-08.4 | 8354.32              | 13.58 | +0.46 |
| 09-10.4 | 8356.32              | 13.46 | +0.46 |
| 10-11.4 | 8357.33              | 13.72 | +0.49 |
| 19-20.4 | 8366.35              | 13.78 | +0.50 |

Примечание. 1 — диафрагма 19'', 2 — диафрагма 13.5.

Таблица 2

СРЕДНИЕ ЗА СЕЗОН ПОТОКИ,  
ВЕЛИЧИНЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ЦВЕТА

| СЕЗОН     | $\bar{\Phi}_B$<br>мЯн | $\bar{\Phi}_r$<br>мЯн | $\bar{B}$ | $\bar{V}$ | $\overline{B-V}$ |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------|------------------|
| 1974 — 75 | 17.48                 | 22.54                 | 13.38     | 13.02     | 0.36             |
| 1975 — 76 | 13.45                 | 19.70                 | 13.66     | 13.17     | 0.49             |
| 1976 — 77 | 11.97                 | 17.58                 | 13.78     | 13.29     | 0.49             |
| 1978      | 12.00                 | 17.14                 | 13.78     | 13.32     | 0.46             |
| 1979      | 11.46                 | 16.87                 | 13.83     | 13.33     | 0.50             |
| 1980      | 11.61                 | 16.59                 | 13.82     | 13.35     | 0.47             |
| 1981      | 17.26                 | 23.99                 | 13.38     | 12.95     | 0.42             |
| 1982      | 22.29                 | 30.36                 | 13.11     | 12.70     | 0.41             |
| 1983      | 14.75                 | 20.61                 | 13.56     | 13.12     | 0.44             |
| 1984      | 9.98                  | 15.89                 | 13.98     | 13.40     | 0.58             |
| 1984 — 85 | 9.32                  | 14.58                 | 14.05     | 13.49     | 0.56             |
| 1985 — 86 | 8.92                  | 14.47                 | 14.10     | 13.50     | 0.60             |
| 1986 — 87 | 9.41                  | 15.08                 | 14.04     | 13.46     | 0.58             |
| 1988      | 12.13                 | 17.94                 | 13.77     | 13.27     | 0.50             |
| 1989      | 14.39                 | 20.97                 | 13.58     | 13.10     | 0.48             |
| 1989 — 90 | 16.64                 | 22.97                 | 13.42     | 13.00     | 0.42             |
| 1991      | 13.46                 | 19.72                 | 13.65     | 13.17     | 0.48             |