

УДК: 524.7:520.82

UBV-ФОТОМЕТРИЯ СЕЙФЕРТОВСКИХ ГАЛАКТИК. II. NGC 6814

В. Т. ДОРОШЕНКО

Поступила 24 июня 1987

Принята к печати 30 ноября 1987

На основе UBV-фотометрии галактики NGC 6814 показано, что галактика NGC 6814 проявляет переменность на временах от суток до нескольких лет. Амплитуда переменности больше на больших интервалах времени. При повышении блеска ядро становится более голубым. Однако в состоянии ослабленного блеска наблюдается значительная дисперсия показателей цвета ($B-V$) и ($U-B$). Определены показатели цвета ядра и кольцевых зон в галактике.

1. *Введение.* В предлагаемой статье продолжено изложение результатов фотометрического исследования сейфертовских галактик, основанного на длительном фотоэлектрическом патрулировании. Целью работы являлось выяснение характерного времени и амплитуды переменности; связи блеска и цвета; определение цветовых показателей ядра и подстилающей галактики.

В работе представлены UBV-наблюдения сейфертовской галактики NGC 6814.

Спиральная галактика NGC 6814 типа SAB(rs)b, видимая плашмя, числилась в первоначальном списке Сейферта [1], однако до 1971 г. были сомнения в правильности ее классификации как сейфертовской, пока Ульрих [2] и Мартин [3] не нашли в этой галактике несомненные спектральные сейфертовские характеристики: широкие разрешенные и узкие запрещенные линии. Немногочисленные радио [4] и инфракрасные наблюдения [5] не позволяют судить о переменности галактики. В оптическом спектре Мартин [3] отметил переменность отношения интенсивностей линий [O III] и $H\beta$: в 1970 г. $H\beta$ была сильнее линии [O III] λ 4959, а в 1973 г. — слабее. UBV фотоэлектрическая фотометрия до 1974 г. проводилась эпизодически [5—9]. Лишь в 1974—76 гг. Пенфолд [10] провел более регулярные наблюдения этой галактики и получил свидетельство быстрых внезапных изменений в фильтре U в августе 1975 г. Анализ Пенфолда показал, что между апрелем и июнем 1976 г. наблюдалась вспышка излу-



чения ядра на величину $\Delta V \approx 0^m 15$. По-видимому, в течение нескольких месяцев ядро имеет постоянную яркость, но время от времени случаются внезапные ослабления или поярчения блеска. По данным Пенфолда и очень немногочисленным своим наблюдениям бразильские астрономы [11] отыскали три периодических компонента на кривой блеска NGC 6814: первый — с периодом 900^d и амплитудой $\Delta U = 0^m 75$, второй — с периодом 75^d и переменной амплитудой в U (в среднем $\sim 0^m 45$) и третий — с периодом 105^d и амплитудой $\Delta U = 0^m 28$. Однако эта модель, на наш взгляд, слабо подкреплена наблюдениями (22 точки за 800 дней).

Наибольший интерес вызывает рентгеновское излучение этой галактики. Анализ данных со спутника Ariel V за 1975—78 гг. показал отсутствие переменности в области 2—10 кэВ с вероятностью 95% [12]. Данные HEAO I A2 в апреле 1978 г. показали переменность потока в 2.5 раза за время 1.5^h [13]. В этой работе сообщается также об обнаружении переменности на временах ~ 100 с. Независимая проверка апрельских наблюдений 1978 г., выполнения на HEAO I A1 [14], не подтвердила переменности на временах 100 с. Понижение рентгеновского излучения, обнаруженное на HEAO I A2, связано, как считают авторы [14], с прохождением спутником геомагнитного экватора. Однако вопрос о переменности на интервале 90 мин пока остается открытым.

2. *Наблюдения.* Наши наблюдения галактики NGC 6814 проводились на 60-см рефлекторе Крымской лаборатории ГАИШ с 1983 г. с UVV-фотометром Лютого [15]. Наблюдения проводились с диафрагмами диаметром $A = 27.''5$ и $A = 14''$. Галактика NGC 6814 из-за южного склонения доступна для фотометрии в условиях Крыма всего 3—4 месяца в году, да и то при воздушных массах $M_z > 1.75$. Поэтому с 1 по 15 августа 1986 г. была проведена фотометрия этой галактики в более благоприятных условиях на южной высокогорной обсерватории в Средней Азии. Эти наблюдения были выполнены на фотометре-поляриметре Института астрофизики АН Тадж.ССР [16], работающем в режиме счета импульсов и установленном на 1-м рефлекторе на г. Санлок. Наблюдения проводились в UVVR-полосах в основном с диафрагмой $A = 15''$. Карта окрестностей с указанием звезд сравнения (основная № 3) приведена на рис. 1, а величины звезд сравнения, полученные путем привязки к звездам из работы [17], указаны в табл. 1.

Методика наблюдений и обработки, анализ ошибок, вычисленных по реальному разбросу импульсов в серии наблюдений (σ_d) и по накопленному количеству импульсов (τ_p), способ отбраковки результатов описаны в нашей работе по фотометрии MCG 8-11-11 и Марк 6 [18]. Отметим только, что средние фотометрические ошибки для NGC 6814 по наблюдениям:

в Крыму составляют $\sigma_V = 0^m03$, $\sigma_{B-V} = 0^m05$, $\sigma_{U-B} = 0^m10$, а по наблюдениям в Средней Азии — значительно лучше, т. е. $\sigma_V = 0^m006$, $\sigma_{B-V} = 0^m01$, $\sigma_{U-B} = 0^m03$, благодаря большему диаметру телескопа и значительно лучшему, чем в Крыму, астроклимату. Влияние ошибки установки ядра галактики на измерение яркости в диафрагме $A = 27.''5$ мы оценивали в те ночи, когда было сделано по 2 независимых наблюдения. Анализ полученных величин за несколько ночей показал, что разброс оценок не превосходит статистическую ошибку. Оценки блеска и цвета галактики даны в табл. 2, где в качестве ошибок приведены наибольшие из σ_d и σ_p .

Таблица 1

UBVR-ВЕЛИЧИНЫ ЗВЕЗД СРАВНЕНИЯ NGC 6814

Звезда	V	B-V	U-B	V-R
1	10.986±0.011	0.817±0.006	0.342±0.007	—
2	9.47 ±0.01	1.03 ±0.01	0.72 ±0.02	—
3	11.119±0.007	0.668±0.005	0.176±0.008	0.607±0.005

3. *Переменность в короткой шкале времени.* Высокоточные наблюдения галактики, выполненные на горе Санглок подряд в течение недели, позволили провести анализ на переменность в короткой шкале времени. Для этой цели использовался статистический критерий χ^2 . Для большей надежности выводов были привлечены еще два критерия, используемые в анализе на переменность астрономических данных: критерий Альтшулера и др. [19] и Велча [20]. Все три критерия показали переменность величин V и $(V-R)$ и отсутствие переменности показателей цвета $(B-V)$ и $(U-B)$ за время с 8 по 14 августа 1986 г.

В тех случаях, когда ядро показало переменность, существенные изменения, втрое превосходящие ошибки измерения, происходили за время порядка суток. Максимальные разбросы (Δ) величин V , $(B-V)$, $(U-B)$ и $(V-R)$ по наблюдениям на горе Санглок за время с 8 по 14 августа 1986 г. представлен в табл. 3, где $\bar{\sigma}$ — средняя ошибка измерений. Подробный анализ, проведенный для интервала времени с 13 по 19 августа 1985 г. по крымским наблюдениям, показал отсутствие переменности и в полосе V , и в полосе B . Таким образом, можно заключить, что в NGC.6814 бывают периоды относительного спокойствия ядра на характерных временах порядка недели. Наряду с этим бывают периоды, когда блеск и цвет меняются за время порядка суток, как, например, в августе 1986 г.

4. *Переменность на длинной шкале времени.* Большая часть наших наблюдений сделана в диафрагме $A = 27.''5$. Эти наблюдения показали, что

UBVR-ФОТОМЕТРИЯ NGC 6814

Дата	UT	A	V	B-V	U-B	V-R
1	2	3	4	5	6	7
15.07.83	22 ^h 06 ^m	70.7	12 ^m 20±0 ^m 03	1 ^m 06±0 ^m 05		
	22 16	27.5	13.11 0.03	1.00 0.06		
31.08.83	20 27	27.5	13.21 0.02	0.93 0.03	-0 ^m 04±0 ^m 07	
01.09.83	18 18	27.5	13.16 0.02	1.04 0.03	-0.21 0.08	
	18 51	27.5	13.19 0.03	1.07 0.04	-0.13 0.08	
28.09.83	17 07	14.0	13.78 0.03	0.84 0.04	-0.03 0.09	
	17 20	27.5	13.10 0.03	0.98 0.05	-0.22 0.09	
30.09.83	17 08	14.0	13.87 0.04	1.00 0.05	-0.12 0.11	
	17 24	27.5	13.16 0.03	1.05 0.04	-0.29 0.07	
06.10.83	16 44	23.7	13.23 0.01	1.00 0.02	+0.06 0.08	1 ^m 10±0 ^m 02
08.10.83	16 54	27.5	13.16 0.02	0.99 0.04	+0.00 0.10	
	17 02	14.0	13.82 0.02	0.91 0.04	-0.21 0.10	
	17 16	27.5	13.14 0.03	0.98 0.05	-0.11 0.09	
09.10.83	16 47	14.0	13.67 0.02	0.90 0.04	-0.16 0.10	
	17 00	27.5	13.13 0.03	1.02 0.04	-0.17 0.13	
28.10.83	16 27	14.0	13.70 0.02	1.12 0.04	-0.16 0.08	
01.08.84	20 59	27.5	13.33 0.02	1.06 0.04	-	
	21 09	27.5	13.28 0.02	1.01 0.03	-	
25.08.84	18 47	23.7	13.30 0.01	1.17 0.03	-	1.12 0.02
28.08.84	20 17	14.0	13.92 0.03	1.08 0.08	-0.08 0.11	
	20 29	27.5	13.26 0.03	1.05 0.06	-	
29.08.84	18 55	27.5	13.23 0.02	1.08 0.03	+0.20 0.09	
	19 07	14.0	13.80 0.02	1.17 0.04	+0.15 0.11	
31.08.84	20 25	14.0	13.93 0.03	1.17 0.08	-	
	20 37	27.5	13.26 0.03	1.10 0.05	+0.20 0.08	
02.09.84	20 16	27.5	13.30 0.03	0.96 0.05	-	
13.08.85	20 01	27.5	13.27 0.03	1.14 0.05	-	
15.08.85	20 22	27.5	13.28 0.03	1.02 0.06	-	
16.08.85	19 43	27.5	13.30 0.02	1.04 0.06	+0.18 0.14	
18.08.85	19 03	27.5	13.23 0.02	1.19 0.05	-	
19.08.85	20 33	27.5	13.23 0.02	1.10 0.03	-	
06.10.85	16 56	27.5	13.22 0.02	1.13 0.04	-	
	17 10	14.0	13.83 0.03	1.17 0.06	-	
07.10.85	17 04	27.5	13.34 0.03	1.03 0.05	+0.18 0.12	
10.07.86	21 40	27.5	13.26 0.02	1.12 0.05	-	
11.07.86	21 32	27.5	13.18 0.02	1.19 0.04	+0.30 0.11	
14.07.86	21 23	27.5	13.31 0.02	1.13 0.04	-	

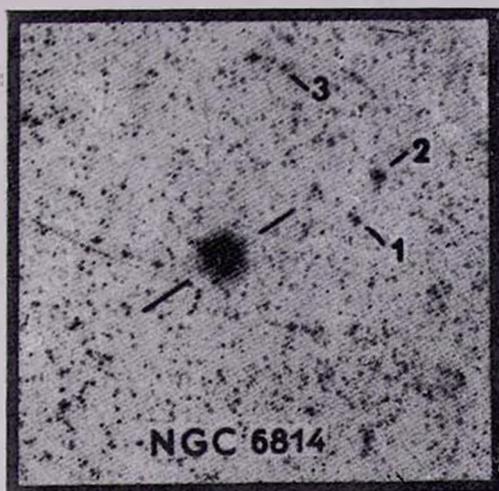


Рис. 1. Карта окрестностей галактики NGC 6814 с указанием звезд сравнения. Северверху, запад справа. Масштаб 22."8 на мм.

К ст. В. Т. Дорошенко

Таблица 2 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7
	21 ^h 43 ^m	27.5	13.30 ±0.03	1 ^m 11±0 ^m 05	—	
01.08.86	18 40	15	13.802 0.006	1.10 0.01	0 ^m 52±0 ^m 04	1 ^m 08±0 ^m 01
	18 55	45	12.295 0.007	1.06 0.01	0.30 0.02	1.04 0.01
02.08.86	18 58	7	14.491 0.011	1.09 0.02	0.46 0.04	1.06 0.02
	19 09	15	13.803 0.008	1.14 0.01	0.54 0.06	1.09 0.01
08.08.86	18 10	15	13.810 0.007	1.09 0.01	0.42 0.02	1.09 0.01
09.08.86	18 48	15	13.794 0.009	1.12 0.01	0.45 0.03	1.12 0.01
10.08.86	18 40	15	13.793 0.006	1.12 0.01	0.48 0.02	1.08 0.01
11.08.86	18 44	15	13.815 0.006	1.13 0.01	0.46 0.02	1.10 0.01
12.08.86	18 12	15	13.805 0.007	1.12 0.01	0.48 0.03	1.08 0.01
13.08.86	18 55	15	13.813 0.006	1.13 0.01	0.54 0.03	1.06 0.01
14.08.86	19 50	15	13.774 0.006	1.15 0.01	0.51 0.03	1.02 0.01
28.08.86	20 02	14.0	13.95 0.02	0.98 0.05	—	
30.08.86	20 07	27.5	13.25 0.02	1.07 0.04	0.39 0.13	
31.08.86	18 32	27.5	13.35 0.02	1.19 0.06	—	
06.09.86	18 13	27.5	13.22 0.02	1.14 0.03	0.56 0.12	
	19 10	23.7	13.43 0.01	1.11 0.02	0.50 0.14	1.02 0.01

Таблица 3

 ИЗМЕНЕНИЕ ЦВЕТА И БЛЕСКА В $A=15''$ ПО
 НАБЛЮДЕНИЯМ НА ГОРЕ САНГЛОК

	V	B-V	U-B	V-R
Размах, Δ	0.041	0.067	0.11	0.091
Средняя $\bar{\sigma}$	0.006	0.012	0.03	0.009
$\Delta/\bar{\sigma}$	6.8	4.8	3.6	10

имеются долговременные изменения яркости и показателей цвета. Так, например, в фильтре V яркость ядра уменьшилась на 0^m12 между 1983 и 1984 гг. За это время показатель цвета (U-B) изменился в среднем от -0^m15 до +0^m20. Вообще по нашим наблюдениям, начиная с 1983 г., в полосах B и U наблюдалось систематическое покраснение ядра от года к году, что можно видеть на рис. 2.

Известные по литературе фотоэлектрические оценки блеска для этой галактики очень немногочисленны и сделаны в разных диафрагмах. Мы попытались свести наблюдения, сделанные в диафрагмах $A = 11.''6, 14.''$, $14.''5, 15''$ к одной диафрагме $A = 14.''5$, введя соответствующие поправки. Для этой цели мы использовали связь яркости и размера диафрагмы, ко-

торую получили во время наблюдений этой галактики на горе Санглок. Таким образом, была получена кривая блеска в диафрагме $A = 14.''5$ в фильтре V по всем, известным нам литературным данным, начиная с 1970 г. по 1986 г. [5—11].

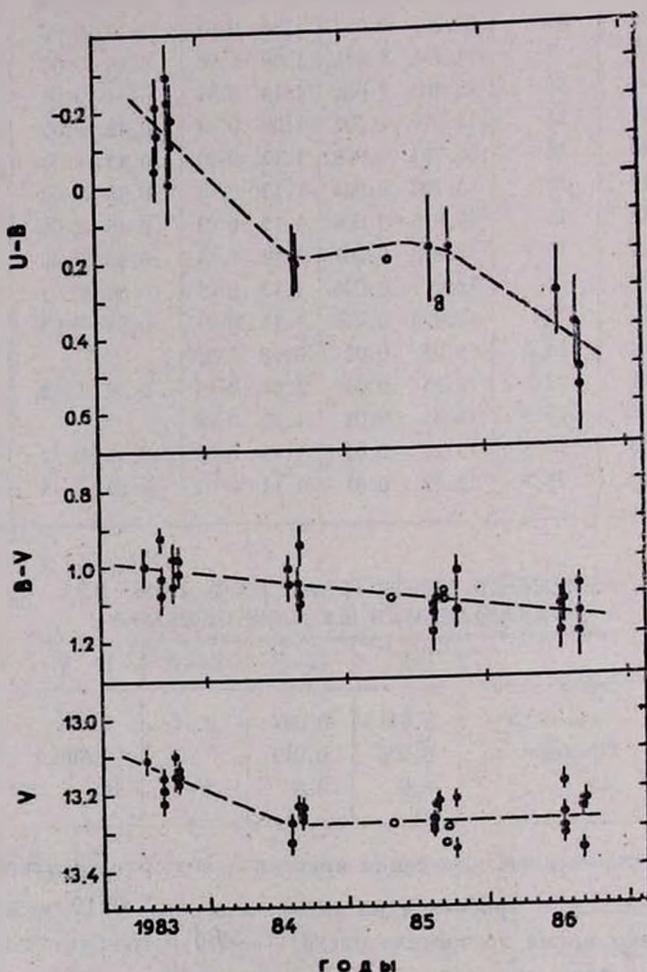


Рис. 2. Изменения блеска в фильтре V и показателей цвета ($B-V$) и ($U-B$) галактики NGC 6814 в диафрагме $A = 27.''5$ со временем. Открытыми кружками приведены наблюдения из работы [21] в диафрагме $A = 24''$.

Реконструированная кривая блеска представлена на рис. 3. Из рисунка видно, что за время наблюдений яркость галактики в диафрагме $A = 14.''5$ в фильтре V менялась на $0^m.4$. Можно отметить два типа изменений: хаотические изменения с характерным временем порядка месяца и системати-

ческие в течение нескольких лет поярчения (1974—76 гг.) или ослабления блеска (1982—86 гг.).

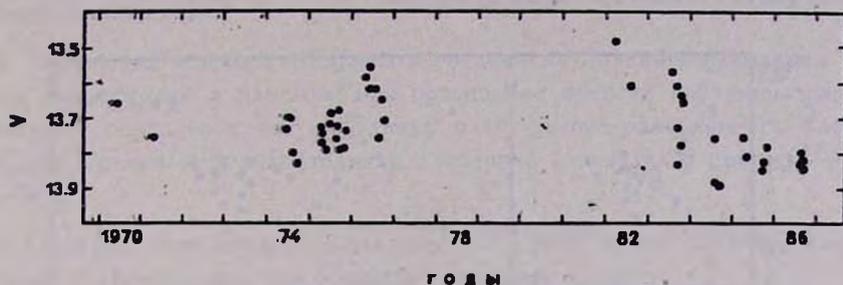


Рис. 3. Сводная кривая блеска NGC 6814 в фильтре V ($A = 14.''5$).

5. *Связь изменения цвета и яркости.* Сопоставление поведения блеска V и показателей цвета ($B-V$) и ($U-B$) по нашим наблюдениям в диафрагме $A = 27.''5$ (рис. 4а) показало, что при повышении блеска ядро становится более голубым, однако в состоянии пониженного блеска наблюдается значительная дисперсия показателей цвета ($B-V$) и ($U-B$). Аналогичная картина получается и по данным Пенфолда в апертуре $A = 14.''5$ за 1974—76 гг. (рис. 4б). Такое поведение показателей цвета при изменении яркости встречается у неправильных переменных звезд с алголеподобными изменениями блеска, например, у VX Cas по данным работы Зайцевой [22].

6. *Показатели цвета переменного точечного источника.* Наличие данных на большом интервале времени, охватывающем существенные изменения яркости NGC 6814, позволило применить метод Холоневского [23] для отыскания показателей цвета переменного компонента. Применимость метода обосновывается высокими коэффициентами корреляции между изменением потока в разных фильтрах: $K_{BV} = 0.90 \pm 0.04$ и $K_{UB} = 0.89 \pm 0.06$, для диафрагмы $A = 27.''5$. Показатели цвета переменного компонента приведены в табл. 4, где в соответствующих столбцах сначала даны наблюдаемые показатели цвета, а потом — исправленные за поглощение в нашей Галактике. После учета поглощения получились величины, неплохо согласующиеся с теми, которые определил Холоневский на основе наблюдений Пенфолда в диафрагме $A = 14.''5$ [23]: $(B-V)_0 = 0.''17 \pm 0.''12$ и $(U-B)_0 = -1.''12 \pm 0.''23$.

7. *Цветовые характеристики галактики.* Поскольку наблюдения галактики проводились в разных диафрагмах (7'', 15'', 45'', а также 14'' и 27.''5), то мы могли определить средние показатели цвета в кольцевых зонах для самой подстилающей галактики. Результаты вычислений представлены в

табл. 4. Для перехода от угловых размеров к линейным мы брали $H=75$ км/с. Мпк и $z=0.0053$. Из таблицы видно, что ближе к центру галактики цвета становятся более красными.

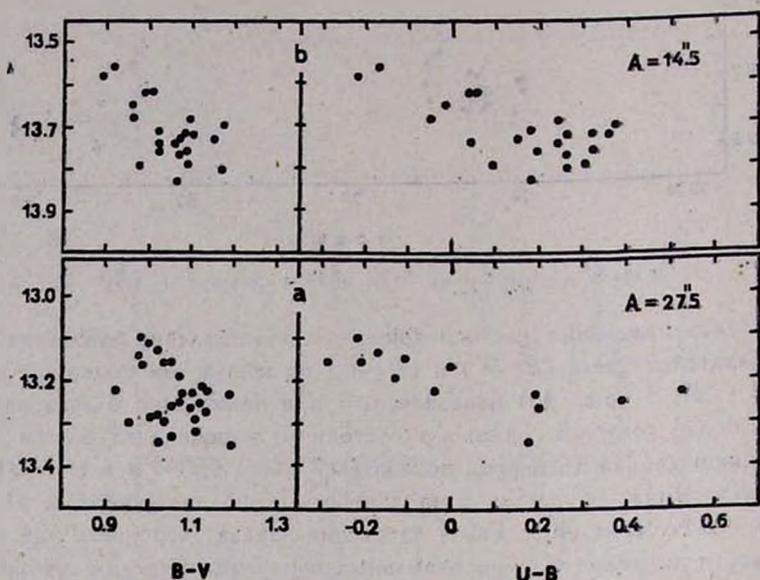


Рис. 4. Сопоставление яркости в фильтре V и показателей цвета $(B-V)$ и $(U-B)$ для NGC 6814; а — по данным этой работы с $A = 27.5''$; б — по данным Пенфолда в диафрагме $A = 14.5''$ [10].

Таблица 4

ПОКАЗАТЕЛИ ЦВЕТА ЯДРА И ГАЛАКТИКИ NGC 6814

Зона		Наблюдаемые			Свободные от поглощения		
№	Размер (япк)	$(B-V)$	$(U-B)$	$(V-R)$	$(B-V)^0$	$(U-B)^0$	$(V-R)^0$
1	0.4–0.8	1.19	0.64	1.11	0.97	0.48	0.94
2	0.7–1.4	1.08	-0.12	—	0.86	-0.28	—
3	0.8–2.3	1.04	0.24	—	0.82	0.08	—
Ядро		0.50 ± 0.06	-1.09 ± 0.07		0.28	-1.25	

8. **Заключение.** В результате многолетних UBV -наблюдений галактики NGC 6814 было показано:

1. В ядре галактики NGC 6814 на суточном временном интервале наблюдается переменность блеска, существенно превосходящая ошибки наблюдений.

2. Наряду с хаотическими изменениями блеска на $\Delta V \approx 0^m.1 - 0^m.2$ от месяца к месяцу наблюдаются и систематические изменения с $\Delta V \approx 0^m.2$ за время порядка года.

3. Изменения показателей цвета в среднем на большом временном интервале коррелируют с блеском: при повышении яркости наблюдаются более голубые показатели цвета. Однако в состоянии ослабленного блеска в NGC 6814 отмечается значительная дисперсия показателей цвета ($U-B$) и ($B-V$).

4. Околоядерные области галактики NGC 6814 имеют цветовые характеристики более красные, чем области, удаленные от ядра.

5. Показатели цвета ядра близки к тем, что определил Холоневский по другим данным.

Автор выражает благодарность дирекции Института астрофизики АН Тадж.ССР за предоставление возможности провести наблюдения на 1-м телескопе на г. Санглок и В. Ю. Рахимову за помощь в этих наблюдениях.

Государственный астрономический
ин-т им. П. К. Штернберга

UVB-PHOTOMETRY OF SEYFERT GALAXIES. II. NGC 6814

V. T. DOROSHENKO

The light variations of the galaxy NGC 6814 from the *UBV* photometry on time scales from days to several years were found. The amplitude of variability increases with the increase of the time scale. The color of nucleus becomes bluer when its brightness grows. During the low light level a large scattering of colors ($B-V$) and ($U-B$) has been observed. The colors of nucleus and annular areas were obtained.

ЛИТЕРАТУРА

1. C. K. Seyfert, *Astrophys. J.*, 97, 28, 1943.
2. M.-H. Ulrich, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 165, L61, 1971.
3. W. L. Martin, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 168, 109, 1974.
4. J. S. Ulvestad, A. S. Wilson, *Astrophys. J.*, 285, 439, 1984.
5. M. V. Penston, M. J. Penston, R. A. Selmis, E. E. Becklin, G. Neugebauer, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 169, 357, 1974.
6. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, *Mem. Roy. Astron. Soc.*, 77, 1, 1972.
7. G. J. MacPherson, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 84, 392, 1972.
8. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin Jr., *Astron. J.*, 83, 1331, 1978.

9. E. Ye. Khachikian, D. W. Weedman, *Astrophys. J.*, 192, 581, 1974.
10. J. E. Penfold, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 186, 297, 1979.
11. S. M. Bisch, M. G. Pastoriza, H. Dottori, I. Busko, *Astron. and Astrophys.*, 1986 (препринт).
12. M. Marshall, R. S. Warwick, K. A. Pounds, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 194, 987, 1981.
13. A. F. Tennant, R. F. Mushotsky, E. A. Boldt, J. H. Swank, *Astrophys. J.*, 231, 15, 1981.
14. J. H. Vball, K. S. Wood, D. J. Yentis, *Astrophys. J.*, 308, 563, 1986.
15. В. М. Любый, Сообщ. Гос. астрон. ин-та им. П. К. Штернберга, № 172, 30, 1971.
16. В. В. Каюмов, Н. Н. Киселев, П. В. Пушкин, В. Ю. Рахимов, К. В. Тарасов, Г. П. Чернова, В. Н. Якугович, Бюл. ин-та астрофиз. АН Тадж.ССР, № 78, 1987 (в печати).
17. T. J. Moffet, T. G. Barnes III., *Astron. J.*, 84, 627, 1979.
18. В. Т. Дорошенко, *Астрофизика*, 28, 5, 1988.
19. D. R. Altschuler, J. F. C. Wardle, *Mem. Roy. Astron. Soc.*, 82, 1, 1976.
20. D. Clarke, B. G. Stewart, *Vistas Astron.*, 29, 27, 1986.
21. H. Hamuy, J. Maza, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, 63, 383, 1987.
22. Г. В. Зайцева, *Астрофизика*, 25, 471, 1986.
23. J. Chalontawski, *Asta Astron.*, 31, 293, 1981.