

УДК 524.7—357

B2 1101+38 (МАРК 421): ПОЛЯРИЗАЦИОННОЕ И ФОТО-
МЕТРИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ В ОПТИКЕ В 1974—1982 гг.

В. А. ГАГЕН-ТОРН, С. Г. МАРЧЕНКО, Р. И. СМЕХАЧЕВА, В. А. ЯКОВЛЕВА

Поступила 1 июня 1982

Принята к печати 27 января 1983

Приводятся результаты поляризационных и фотометрических наблюдений лацертиды B2 1101+38 (Марк 421) за 1974—82 гг. Найдена переменность с характерными временами от нескольких суток до нескольких лет. Она связывается с переменностью нетепловых источников поляризованного излучения, накладывающихся на галактическую подложку. Существование преимущественного направления поляризации ($\theta_0 = 173^\circ$) говорит об устойчивом магнитном поле, что можно рассматривать как аргумент в пользу гипотезы единого тела для лацертид.

1. Введение. Радиоисточник B2 1101+38 (Марк 421), отождествленный с эллиптической галактикой, привлек к себе внимание в 1973 г., когда выяснилось, что спектр его в оптической области не показывает никаких деталей [1]. По этой характеристике, а также по радиосвойствам он оказался очень похожим на другие объекты нового тогда класса внегалактических объектов, названных лацертидами или объектами типа BL Lac, и в [1] было высказано предположение, что B2 1101+38 принадлежит к объектам этого класса. Другие объекты типа BL Lac характеризуются фотометрической переменностью и наличием большой и переменной поляризации в оптике. В связи с этим в ряде обсерваторий были поставлены специальные наблюдения с целью поиска переменности и обнаружения поляризации излучения этого объекта. Результаты этих наблюдений подтвердили принадлежность объекта к лацертидам [2—4]. В работе [3] было сообщено и об обнаружении в спектре Марк 421 слабых линий поглощения, по которым было найдено красное смещение $z = 0.0308$. Переменность была зафиксирована также при просмотре Гарвардской стеклянной библиотеки [5], причем было найдено, что общий интервал изменений блеска превышает 4^m5 (максимальный блеск $B \approx 11.6$ наблюдался в 1934 г.).

В Астрономической обсерватории Ленинградского университета с конца 60-х годов ведется программа поляризационных и фотометрических наблюдений компактных внегалактических объектов. Марк 421 был вклю-

чен в эту программу в 1974 г. В этой работе сообщаются результаты наблюдений этого объекта за 1974—1982 гг. и проводится их обсуждение.

2. *Результаты наблюдений.* Все наблюдения выполнены на телескопе АЗТ-14 ($D = 480$ мм) Бюраканской станции АО ЛГУ, в касегреновском фокусе которого установлен фотоэлектрический фотометр-поляриметр АФМ-6 [6], использующий ФЭУ-79 с мультищелочным катодом. Поляризационные наблюдения велись без фильтра ($\lambda_{\text{эф}} = 0.53$ мкм), фотометрические — с фильтрами, осуществляющими полосы, близкие к полосам B , V системы Джонсона. Большая часть наблюдений проведена с диафрагмой диаметром 26".

Поляризационные наблюдения выполнялись по излагавшейся неоднократно методике (см., например, [7]), в основе которой лежит сравнение потоков от объекта при быстрой перекидке анализатора на 90° . Результаты наблюдений вместе с их ошибками, оцененными из внутренней сходимости отдельных серий (как правило наблюдение состоит из 4-х попарных определений относительных параметров Стокса p_u и p_v), приводятся в третьем и четвертом столбцах табл. 1. В пятом столбце дается отношение потока от объекта к потоку от фона неба во время наблюдения.

Фотометрические наблюдения проводились дифференциально относительно звезды BD+39° 2407, расположенной менее, чем в $0.5''$ от объекта. Величины B и V для нее имеются в работах [8, 9]; нами были приняты средние значения $B = 10.51$, $B - V = +0.09$. При обработке использовались (когда это требовалось) средние значения коэффициента прозрачности для Бюракана. Поправки за нашу фотометрическую систему, которая, как показали неоднократные исследования, очень близка к стандартной, не превышали $0.01 - 0.02$. Результаты даются в шестом-седьмом столбцах табл. 1. Точность этих оценок $0.02 - 0.04$.

3. *Обсуждение результатов наблюдений.* а) *Фотометрические данные.* Рассмотрение табл. 1 показывает, что в 1974—1982 гг. блеск объекта несомненно изменялся, причем в среднем наблюдалось общее его падение, сменившееся возрастанием в 1981-82 гг., когда был достигнут максимальный блеск $B = 12.87$. Амплитуда переменности в цвете B составила ≈ 1.75 . Можно заметить также, что с уменьшением блеска объект в среднем становится более красным. Это наглядно демонстрирует рис. 1, дающий зависимость цвета $B - V$ от блеска в полосе B для диафрагмы 26". Жирная кривая дает эту зависимость в среднем.

Разброс точек относительно этой кривой превышает тот, которого при нашей точности наблюдений можно было бы ожидать из-за случайных ошибок. Данные для разных сезонов нанесены на рис. 1 разными значками. Видно, что в 1975—1976 гг. и 1982 г. Марк 421 был более красным, а

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Дата наблюдения	JD 2440000+	$p \pm \sigma_p$ %	$b_0 \pm \sigma_{b_0}$ 0	$\frac{n_{об}}{n_{\phi}}$	B	B-V	σ_1
1	2	3	4	5	6	7	8
1974 г.							
24—25.5	2192.30	3.5 ± 0.5	163 ± 4	1.8	—	—	0.026 ^m
10—11.6	2209.29	2.1 0.5	174 7	1.9	—	—	0.016
19—20.6	2218.31	1.9 0.7	156 10	1.3	—	—	0.039
14—15.12	2396.56	4.7 0.3	169 2	2.1	—	—	0.040
15—16.12	2397.56	4.3 0.4	166 3	3.0	—	—	0.018
17—18.12	2399.54	6.0 0.6	163 3	2.3	13.29	+0.45	—
1975 г.							
5— 6.2	2449.47	2.2 0.4	28 5	3.2	13.40	+0.33	0.012
12—13.2	2456.50	2.4 0.3	152 4	2.8	13.09	+0.32	—
13—14.2	2457.48	1.1 0.3	150 8	2.6	13.08	+0.23	0.025
16—17.2	2460.51	3.1:	144:	1.6	13.26	+0.33	—
6— 7.3	2478.42	1.2 0.1	148 2	2.0	13.56	+0.41	0.015
7— 8.3	2479.35	2.1 0.5	167 6	1.5	13.39	+0.32	0.022
15—16.3	2487.44	2.9 0.4	159 4	2.4	—	—	0.014
16—17.3	2488.42	3.3 0.2	165 2	2.2	13.53	+0.31	0.015
17—18.3	2489.49	1.7 0.4	160 7	2.3	13.50	+0.39	0.040
20—21.3	2493.50	3.3 0.4	169 4	2.2	13.74	+0.47	0.019
3— 4.4	2506.38	3.4 0.4	18 3	2.8	13.33	+0.32	0.017
5— 6.4	2508.36	2.7 0.3	28 3	2.7	13.38	+0.27	0.010
6— 7.4	2509.30	3.1 0.4	19 3	2.2	13.33	+0.28	0.023
7— 8.4	2510.29	—	—	—	13.33	+0.37	—
8— 9.4	2511.38	2.8 0.3	15 3	3.2	13.35	+0.40	0.012
16—17.4	2519.38	2.1 0.4	12 5	3.3	13.32	+0.34	0.013
2— 3.6	2566.31	2.8 0.5	170 5	2.8	13.77	+0.63	—
3— 4.12	2750.53	4.3 0.4	18 3	1.4	13.88	+0.49	0.040
4— 5.12	2751.55*	2.7 0.1	14 1	3.1	13.93	+0.47	—
5— 6.12	2752.57	—	—	—	14.00	+0.55	—
6— 7.12	2753.53	2.7 0.5*	7 5*	3.5*	13.80	+0.52	0.086
7— 8.12	2754.61*	—	—	—	13.91	+0.54	—
8— 9.12	2755.51*	1.8 0.2	170 3	3.9	13.98	+0.59	0.013
13—14.12	2760.56*	4.9 0.4	165 2	2.3	13.72	+0.42	0.007
1976 г.							
25—26.1	2803.42	6.0 0.3	158 1	2.9	13.81	+0.49	0.038
	2803.48	—	—	—	13.80	+0.50	—

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8
26—27.1	2804.55	4.3±0.5	156± 3	3.4	13.85	+0.57	0.034
28—29.1	2806.55	6.0 0.4	150 2	3.4	—	—	—
1— 2.2	2810.60	5.3 0.3	158 2	2.4	—	—	—
2— 3.2	2811.52	3.7 0.4	150 3	2.3	13.64	+0.45	0.081
6— 7.3	2844.52	5.2 0.9	159 5	2.0	13.70	+0.58	0.020
7— 8.3	2845.46*	5.7 0.5	153 3	5.0	—	—	0.041
25—26.3	2863.52	4.7 0.5	162 3	2.5	13.61	+0.54	—
26—27.3	2864.40	3.2 0.4	167 4	3.5	13.64	+0.45	0.022
27—28.3	2865.41	4.5 0.1	155 1	3.9	13.55	+0.45	0.007
28—29.3	2866.39	3.6 0.5	167 4	4.1	13.58	+0.42	0.013
1— 2.4	2870.48	3.4 0.2	158 2	3.5	13.46	+0.45	0.018
24—25.4	2893.34	—	—	—	13.68	+0.57	—
25—26.4	2894.33	3.1 0.2	159 2	3.7	13.61	+0.47	0.017
26—27.4	2895.34	2.3 0.3	162 4	3.6	13.58	+0.46	0.010
30.4— 1.5	2899.28	2.8 0.3	148 3	3.7	13.54	+0.49	0.019
1— 2.5	2900.33	3.1 0.7	176 6	3.3	13.53	+0.47	0.033
4— 5.5	2903.39	—	—	—	13.69	+0.52	—
1— 2.6	2931.28	—	—	—	13.37	+0.41	—
24—25.6	2954.31	5.7 0.3	0 2	2.4	—	—	0.010
30.11— 1.12	3113.59	6.8 0.4	0 2	4.1	13.40	+0.45	0.010
1977 г.							
15—16.3	3218.51*	6.0 1.0	166 5	4.3	—	—	—
21—22.3	3224.44	4.9 0.2	161 1	3.2	13.69	+0.47	0.011
22—23.3	3225.42	5.7 0.3	169 1	2.7	13.92	+0.54	0.048
23—24.3	3226.42	5.5 0.3	168 2	3.0	13.85	+0.51	0.018
24—25.3	3227.45	5.7 0.3	163 1	2.8	13.76	+0.47	0.025
26—27.3	3229.52	4.3 0.4	166 3	2.2	—	—	—
27—28.3	3230.49	3.4 0.4	158 3	2.6	13.82	+0.43	0.024
8— 9.4	3242.33	2.5 0.9	162 10	3.3	—	—	—
10—11.4	3244.33	3.4 0.4	167 3	3.5	13.88	+0.51	0.011
16—17.4	3250.36	2.6 0.3	154 4	3.3	13.77	+0.47	0.045
17—18.4	3251.32	2.9 0.2	171 3	3.0	13.85	+0.40	0.012
20—21.4	3254.35	3.9 0.4	179 3	2.9	13.76	+0.48	0.020
25—26.4	3259.43	4.8 1.0	171 6	2.3	—	—	—
10—11.5	3274.33	5.4 0.3	158 2	3.0	13.59	+0.35	0.022
15—16.5	3279.32	2.1 0.3	163 4	2.9	13.84	+0.50	0.011
16—17.5	3280.31	2.5 0.1	172 1	3.1	13.80	+0.61	—
21—22.5	3285.36	1.6 0.4	156 7	2.0	14.13	+0.65	0.022

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8
8— 9.6	3303.32	1.5+1.2	169+23	1.4	14.03	+0.60	—
4— 5.7	3329.27	—	—	—	13.63	+0.51	—
5— 6.7	3330.28	3.4 1.3	169 11	1.0	—	—	—
1978 г.							
3— 4.3	3571.51	1.4 0.3	167 6	1.9	14.08	+0.69	0.020
1— 2.4	3600.32	1.9 0.5	9 7	2.1	13.98	+0.51	0.021
6— 7.4	3605.37	3.6 0.7	18 6	2.9	13.93	+0.43	—
7— 8.4	3606.41	4.9 1.5	10 9	2.6	—	—	—
	3606.44 ⁰	3.7 0.5	17 4	0.9	13.55	+0.39	—
14—15.4	3613.45	2.8 0.4	3 4	2.1	13.77	+0.39	0.023
26—27.4	3625.26	3.1 0.7	178 6	3.2	13.63	+0.44	—
30. 4— 1.5	3629.28	—	—	—	13.72	+0.55	—
2— 3.5	3631.31	2.7 0.4	177 4	2.3	13.67	+0.43	0.015
3— 4.5	3632.27	—	—	—	13.62	+0.37	—
8— 9.5	3637.28	0.7 0.3	37 11	2.1	13.84	+0.63	0.029
9—10.5	3638.28	1.6 0.4	176 7	2.5	13.73	+0.48	0.019
2— 3.6	3662.30	2.5 0.5	3 5	1.9	13.74	+0.40	0.011
6— 7.6	3666.30	2.7 0.5	167 5	1.8	13.85	+0.51	0.034
7— 8.6	3667.32	—	—	—	13.68	+0.39	—
9—10.6	3669.32	2.1 0.4	179 5	2.1	—	—	0.015
10—11.6	3670.33	—	—	—	13.74	+0.45	—
25—26.6	3685.31	3.1 0.4	164 4	1.4	13.82	+0.38	—
1979 г.							
4— 5.1	3878.52	2.7 0.7	165 8	1.9	14.07	+0.51	0.035
6— 7.1	3880.59	2.2 0.3	162 4	2.1	14.35	+0.65	0.024
26—27.1	3900.55	2.8 0.6	179 6	1.6	13.96	+0.45	0.034
4— 5.2	3909.52	2.4 0.7	173 8	2.0	13.97	+0.49	0.030
1— 2.3	3934.37	—	—	—	13.62	+0.50	—
5— 6.3	3938.54	—	—	—	13.64	+0.47	—
23—24.3	3956.39	3.3 0.4	168 3	2.5	13.65	+0.46	0.026
28—29.3	3961.40	5.5 0.4	162 2	2.2	13.80	+0.55	0.028
30—31.3	3963.43	5.1 0.5	163 3	2.2	13.74	+0.46	0.013
26—27.4	3990.28	3.6 0.4	165 3	2.8	13.72	+0.45	0.026
29—30.4	3993.32	4.6 0.5	173 3	2.4	13.68	+0.43	0.041
21—22.5	4015.34	5.7 0.7	176 3	1.4	—	—	0.023
22—23.5	4016.32	5.8 0.8	176 4	1.6	13.98	+0.60	0.032
25—26.5	4019.29	4.9 0.4	167 2	1.8	—	—	0.021
21—22.12	4229.55	4.4 0.3	16 2	1.3	—	—	—

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>1980 г.</i>							
12—13.1	4251.42	4.0 $\pm$ 0.4	7 $\pm$ 3	1.2	—	—	0.017
16—17.1	4255.48	5.3 0.5	19 3	1.2	—	—	0.025
11—12.2	4281.57*	—	—	—	13.90	+0.40	—
4— 5.5	4364.28	2.5 0.6	3 7	0.8	13.93*	+0.45*	—
6— 7.5	4366.27	5.3 0.3	6 2	1.2	13.75	+0.49	0.018
16—17.5	4376.29	3.3 0.5	3 4	0.8	13.73	+0.37	0.033
18—19.5	4378.34	—	—	—	13.85	+0.43	—
4— 5.6	4395.30	2.6 0.7	1 8	0.9	13.84	+0.50	0.024
10—11.6	4401.30	1.3 1.2	179 26	0.9	13.80	+0.57	0.031
13—14.6	4404.30	3.7 0.7	51 5	0.7	13.74	+0.47	0.015
<i>1981 г.</i>							
25—26.5	4750.40	3.3 0.3	27 3	1.4	13.38	+0.35	0.052
29—30.5	4754.35	5.5 0.6	12 3	2.4	13.39	+0.51	0.021
<i>1982 г.</i>							
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	—
4— 5.3	5033.52	—	—	—	13.23	+0.46	—
5— 6.3	5034.57	—	—	—	13.18	+0.40	—

* — диафрагма 19"; Ø — диафрагма 53"; : — неуверенные данные.

в 1974—1975 гг. и 1978 г. более голубым, чем в среднем. Таким образом, разброс на графике вызван действительными небольшими изменениями цвета от сезона к сезону.

Имеется несколько работ, содержащих результаты отдельных фотоэлектрических измерений блеска и цвета Марк 421 [3, 9—12]. Эти измерения выполнены с разными диафрагмами, что затрудняет детальное сравнение с нашими данными. Ясно, однако, что соответствующие им точки располагаются на рис. 1 в пределах указанной полосы.

Резюмируя рассмотрение колориметрических данных, можно утверждать, что полученные нами результаты качественно согласуются с двухкомпонентной моделью: подстилающая галактика + точечный нетепловой источник в ядре.

Грубая оценка (без учета поправок за красное смещение и за ширину полос реакции) показывает, что в случае эллиптической галактики с $B-V = +1.0$ можно получить наблюдаемый средний интервал измене-

ния цвета, если считать, что у нетеплового источника $B-V = +0.3$, а галактика имеет $B_{\text{гала}} \approx 15.5$. Может показаться, что этот результат находится в противоречии с исторической кривой блеска [5], согласно которой блеск Марк 421 может падать до $B = 16.3$. Необходимо помнить, однако, что при фотографических наблюдениях производится оценка блеска точечного объекта, поскольку слабые протяженные области не дают вклада в фотографический эффект; при фотоелектрических же фиксируется весь поток в пределах диафрагмы, с которой ведется наблюдение. Отметим еще, что для $B_{\text{гала}} = 16.3$ никакая разумная комбинация показателей цвета галактики и переменного по интенсивности нетеплового источника в случае постоянства его цвета не может дать наблюдаемые изменения.

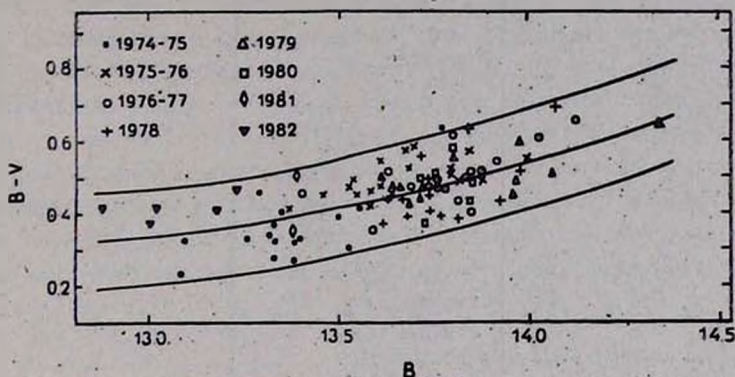


Рис. 1. Связь между блеском и цветом для Марк 421.

То обстоятельство, что при одних и тех же значениях блеска объект был в 1976 г. в среднем более красным, чем, например, в 1975 г. или в 1978 г., указывает на наличие небольших, но заметных изменений цвета нетеплового компонента от сезона к сезону. Возможно, что вклад в разброс точек на рис. 1 вносят и более быстрые цветовые изменения этого компонента.

6) *Поляризационные данные.* Непосредственное рассмотрение табл. 1 позволяет установить следующие факты. Поляризация излучения Марк 421 переменна как по величине, так и по направлению (что подтверждает результаты более ранних работ [2—4]). Степень поляризации по сравнению с другими лацертидами относительно невелика, максимальное ее значение — 6.8%. Далее, у Марк 421, как и у некоторых других лацертид, например, у OJ 287 [13], явно имеется преимущественное направление поляризации, характеризуемое средним значением угла $\theta_0 = 173^\circ$ при стандарте всего 16° . Это обстоятельство иллюстрируется рис. 2, дающим связь между степенью поляризации и ее направлением. Как видно, зависимость между параметрами поляризации у Марк 421 отсутствует.

При построении рис. 2 использованы те же обозначения, что и на рис. 1. Из рассмотрения рис. 2 и табл. 1 можно заключить, что между данными для отдельных сезонов имеются определенно реальные систематические различия в среднем значении угла (например, в 1979 г. угол располагался в четвертой четверти, а в 1980 г. — в первой). Более того, такие различия имеются и между данными, полученными в различные новолуния одного и того же сезона (см., например, наблюдения 1975 г.).

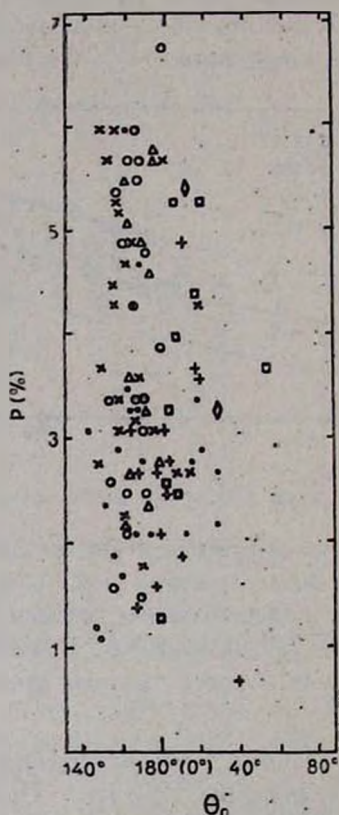


Рис. 2. Сопоставление наблюдаемых параметров поляризации для Марк 421.

в) Сопоставление поляризационных и фотометрических данных. Полная картина поляризационного и фотометрического поведения Марк 421 в 1974—1982 гг. представлена на рис. 3, дающем изменения параметров Стокса со временем. При вычислении параметра I за меру блеска принималась величина m_V , представляющая собой следующую комбинацию величин B и V : $m_V = 1/2[V + B - \overline{B - V}]$, где $\overline{B - V}$ находилось по величине B с помощью кривой рис. 1. Величина m_V лучше характери-

зует блеск объекта, чем каждая из величин B и V в отдельности. Параметр I (в Ян) находился по m_V с учетом абсолютной калибровки величин V по формуле $\lg I(\text{Ян}) = 3.60 - 0.4m_V$. Этот параметр найден, таким образом, для полосы V , поляризация же, как уже говорилось, измерялась нами без фильтра в широкой области (правда, $i_{\text{эфф}}$ близко к $i_{\text{эфф}}$ для полосы V). Хотя у Марк 421 и имеется (в отличие от ряда других лацертид) зависимость наблюдаемой степени поляризации от длины волны [14], но она слаба, и при определении параметров Q и U для полосы V мы взяли величины p_x и p_y , полученные по данным табл. 1.

Сопоставление поведения параметров Стокса (рис. 3) показывает, что между их изменениями на временной шкале порядка лет четкой корреляции не имеется. Параметр I демонстрирует на 8-летнем интервале довольно правильную волну. Некоторое сходство с ней можно усмотреть в изменениях параметра U в 1977—81 гг. (если исключить данные 1978 г.). Из рассмотрения рис. 3 можно, однако, надежно заключить, что средние значения параметров Q и, в особенности, U меняются от сезона к сезону, тем самым указывая на то, что оптическая переменность обусловлена переменностью компонентов, дающих поляризованное излучение (аналогичный вывод для лацертиды OJ 287 был сделан в [13]).

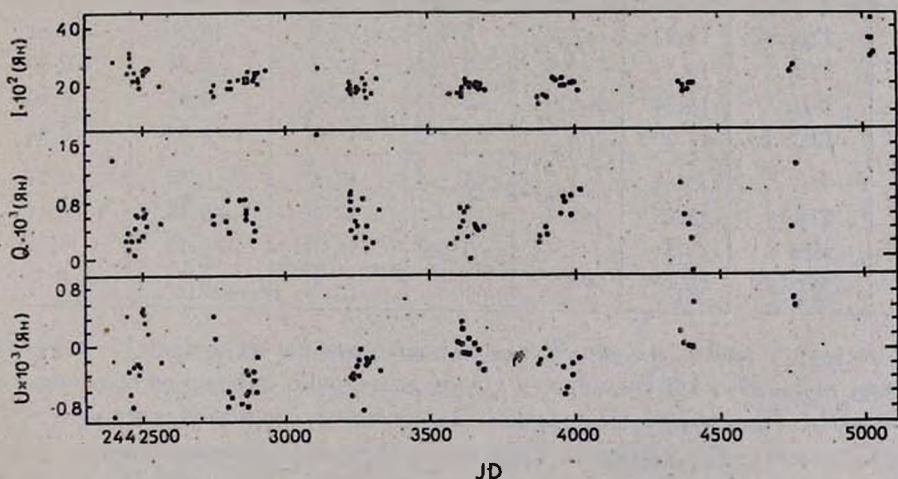


Рис. 3. Изменения параметров Стокса со временем.

Расположение точек на рис. 3 показывает (см., например, данные для 1980 г.), что иногда имеют место весьма быстрые изменения параметров Стокса — с характерным временем порядка дней. Эти изменения также вызваны переменностью поляризованных компонентов.

Возможности выделения отдельных компонентов рассмотрены в [15]. В том случае, если поведение объекта на некотором временном интервале обусловлено переменностью единственного компонента с изменяющейся интенсивностью, но с постоянными параметрами поляризации, точки в пространстве параметров Стокса I , Q , U должны лежать на прямой линии

$$\left. \begin{aligned} Q &= Q_0 + p_x I \\ U &= U_0 + p_y I \end{aligned} \right\}.$$

Если удастся найти такую серию последовательных наблюдений, что параметры Стокса (I , Q , U)_{набл.} располагаются в пределах ошибок наблюдений вдоль прямой, то изменения можно приписать единственному компоненту, для которого определение коэффициентов в уравнении прямой дает относительные параметры Стокса.

Наш опыт показывает, что найти такие серии удается редко. Для Марк 421 в результате тщательных поисков найдены две серии из четырех наблюдений каждая, удовлетворяющие указанным условиям. Соответствующие наблюдательные данные приведены в табл. 2. Их графическое

Таблица 2

ПОВЕДЕНИЕ НА ДВУХ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛАХ

	J.D. 2440000+	m_V	p_x (°/о)	p_y (°/о)	$I \cdot 10^3$ (Ян)	$Q \cdot 10^3$ (Ян)	$U \cdot 10^3$ (Ян)
I	3224.5	13.22	+3.9	-3.0	20.2	+0.79	-0.61
	3225.5	13.39	+5.3	-2.1	17.8	+0.94	-0.37
	3226.5	13.34	+5.0	-2.2	18.2	+0.91	-0.40
	3227.5	13.29	+4.7	-3.2	19.5	+0.93	-0.63
II	3279.5	13.39	+1.7	-1.2	17.8	+0.30	-0.21
	3280.5	13.25	+2.4	-0.7	20.0	+0.48	-0.14
	3285.5	13.51	+1.1	-1.2	15.7	+0.17	-0.19
	3303.5	13.45	+1.4	-0.6	16.6	+0.23	-0.10

представление дается на рис. 4, где ошибки указаны на уровне 1σ (правая прямая для серии I). Видно, что точки достаточно хорошо укладываются на прямые. Проведение их способом наименьших квадратов дает:

$$\begin{aligned} p_x^I &= -0.050 \pm 0.025, & p_x^{II} &= 0.071 \pm 0.004, \\ p_y^I &= -0.112 \pm 0.027, & p_y^{II} &= 0.003 \pm 0.019. \end{aligned}$$

Или

$$\begin{aligned} p^I &= 12.3^\circ, & p^{II} &= 7.1^\circ, \\ \theta_0^I &= 123^\circ, & \theta_0^{II} &= 1^\circ. \end{aligned}$$

Как видно, направление поляризации отдельных источников может сильно отличаться от преимущественного направления для объекта. Степень поляризации для обоих источников невысока, в случае источника I она близка к таковой для источника, выделенного в [16] у объекта ЗС 371

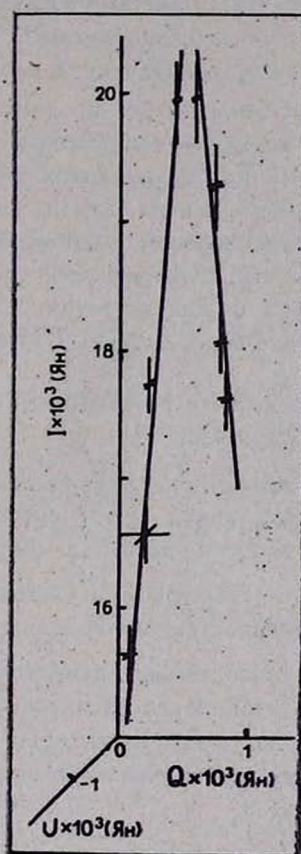


Рис. 4. К выделению отдельных источников поляризованного излучения.

(14.4%). Промежутки времени, на которых за переменность были ответственны источники I и II, составляют, соответственно, несколько дней и несколько десятков дней (отметим, что наблюдение, полученное через месяц после последнего наблюдения серии II, в общем удовлетворительно ложится на левую прямую рис. 4).

2) *Поиски быстрой переменности.* Остановимся теперь на поисках еще более быстрой переменности. Поскольку наши поляризационные наблюдения продолжаются около часа, и при этом многократно регистрируется поток от объекта, эти данные можно использовать для поисков фотометри-

ческой переменности с характерным временем порядка минут и десятков минут. Ясно, что при прочих равных условиях ошибка единичной оценки блеска σ_1 в случае переменности объекта должна возрасти. К сожалению, к ее увеличению ведут и изменения атмосферной прозрачности и абсолютной чувствительности аппаратуры. Поэтому каждый случай относительно увеличения σ_1 должен быть тщательно изучен.

Результаты определения σ_1 приводятся в последнем столбце табл. 1. Видно, что ошибки в общем заключены в пределах 0^m01-0^m04 . Подозрительными на переменность являются данные за 6—7.12.75 г., 2—3. 2. 76 г. и 25—26.5.81 г. Тщательный просмотр лент и журналов наблюдений показал, однако, что увеличение σ_1 в этих случаях связано скорее всего с изменением прозрачности. Таким образом, наши данные не дают указаний на наличие быстрой переменности. Аналогичный результат был получен в [9]. Отметим, что изменения блеска в течение ночи представляют собой редкое явление даже у гораздо более активных, нежели Марк 421, объектов.

4. *Заключение.* Подведем итоги рассмотрения поляризационного и фотометрического поведения Марк 421.

1. Зафиксирована поляризационная и фотометрическая переменность на временных шкалах от нескольких лет до суток; переменности с характерным временем порядка минут и десятков минут не обнаружено.

2. Поведение параметров Стокса Q и U указывает на то, что общая переменность связана с переменностью поляризованных компонентов.

3. Малый разброс в наблюдаемых значениях направления поляризации указывает на наличие устойчивого магнитного поля, что можно расценивать как свидетельство в пользу гипотезы единого тела (а не компактного звездного скопления) как первоначального источника энергии компактных внегалактических объектов.

4. Небольшие наблюдаемые систематические различия в цвете объекта и направлении поляризации для разных сезонов (а иногда и в пределах одного сезона) указывают на переменность цвета и состояния поляризации нетеплового компонента.

5. Попытки выделения отдельных переменных источников поляризованного излучения, определяющих наблюдаемое поведение объекта в течение некоторого времени, привели к успеху в двух случаях. Степень поляризации этих источников в обоих случаях оказалась невысокой (7.1% и 12.3%), а направление в одном случае заметно отличается от преимущественного.

6. Всю совокупность наблюдательных данных в общем можно объяснить в рамках модели, в которой в ядре эллиптической галактики имеет-

ся ответственный за фотометрическую и поляризационную переменность компактный объект, на поверхности которого или вблизи от него располагаются отдельные переменные источники нетеплового излучения («горячие пятна»).

Ленинградский государственный
университет

B2 1101+38 (Mkn 421): POLARIZATION AND PHOTOMETRIC BEHAVIOUR IN THE OPTICAL DURING 1974—1982

V. A. HAGEN-THORN, S. G. MARCHENKO, R. I. SMEHACHEVA,
V. A. YAKOVLEVA

The results of polarimetric and photometric observations of BL Lacertae-object B2 1101+38 (Mkn 421) for 1974—1982 are given. The observed variability of time-scales from several days to several years is caused by variations of nonthermal polarized sources superposed on the underlying galaxy. The existance of preferable direction of polarization ($\theta_0 = 173^\circ$) is an indication of a stable magnetic field. It may be used as an argument in favour of the single-body hypothesis of lacer-tids.

ЛИТЕРАТУРА

1. M.-H. Ulrich, *Ap. Lett.*, 14, 89, 1973.
2. В. А. Гаген-Торн, Е. В. Семенова, *Астрон. цирк.*, № 838, 1, 1974.
3. M.-H. Ulrich, T. D. Kinman, C. R. Lynds, *Ap. J.*, 198, 261, 1975.
4. P. Véron, M. P. Véron, *Astron. Astrophys.*, 39, 281, 1975.
5. H. R. Miller, *Ap. J.*, 201, L109, 1975.
6. В. А. Домбровский, В. А. Гаген-Торн, С. М. Гуткевич, Т. А. Полякова, М. А. Свечников, О. С. Шулов, *Труды АО ЛГУ*, 22, 83, 1965.
7. В. А. Гаген-Торн, Н. В. Вошинников, *Астрофизика*, 13, 569, 1977.
8. V. M. Blanco, S. Demers, G. G. Douglass, M. P. Fitzgerald, *Publ. U. S. Naval Obs.*, 2-nd Ser., 21, 1, 1968.
9. B. Q. McGimsey, H. R. Miller, R. M. Willtamon, *A. J.*, 81, 750, 1976.
10. G. V. Zhukov, *Inf. Bull. Var. Stars*, No. 1156, 1, 1976.
11. J. J. Puschell, W. A. Stein, *Ap. J.*, 237, 331, 1980.
12. S. L. Mufson, W. Z. Wisniewski, K. Ford, D. P. McNutt, D. J. Yentis, J. F. Meekins, E. I. Byram, T. A. Chubb, H. Friedman, *Ap. J.*, 241, 74, 1980.
13. В. А. Гаген-Торн, *Astrophys. Space Sci.*, 73, 279, 1980.
14. J. Maza, P. G. Martin, J. R. Angel, *Ap. J.*, 224, 368, 1978.
15. В. А. Гаген-Торн, *Труды АО ЛГУ*, 36, 20, 1981.
16. М. К. Бабаджанян, В. А. Гаген-Торн, *Астрофизика*, 11, 385, 1975.