

Наблюдения 14 сверхновых

Д. Ю. Цветков

Приведены результаты фотографических наблюдений 14 сверхновых, проводившихся в ГАИШ с 1960 по 1980 гг. Наблюдения 6 сверхновых ранее не обрабатывались, для остальных сверхновых получены новые оценки на основании новых величин звезд сравнения. Для 11 сверхновых построены кривые блеска и определены их параметры.

Observations of 14 Supernovae

by D.Yu. Tsvetkov

Photographic observations of 14 supernovae obtained at Sternberg Astronomical Institute from 1960 to 1980 are reported. Observations of 6 supernovae were not elaborated earlier, for other supernovae new magnitudes were obtained, based on new determination of magnitudes of comparison stars. For 11 supernovae the light curves are presented and their parameters are derived.

К настоящему времени в ГАИШ накоплен обширный наблюдательный материал, позволяющий оценить на пластинках, полученных с 40-см астрографом блеск большого числа сверхновых (SN). Значительная часть этого материала была обработана, однако для оценок звездных величин SN использовались фотографические стандарты в различных "избранных площадках". Многие SN наблюдались в полях службы SN ГАИШ; в этих областях неба за последнее время создано большое число фотоэлектрических стандартов, используя которые можно построить кривые блеска SN в системе В и привести к этой системе наблюдения других авторов.

В настоящей работе приводятся данные о 14 SN, наблюдавшихся в ГАИШ с 1960 по 1980 г., данные об остальных SN будут опубликованы позднее.

Негативы измерялись на ирисовом фотометре Отдела переменных звезд ГАИШ, микрофотометрах МФ-2 и МД-100 ГАИШ и "Цейсс" КРАО. Результаты наблюдений SN собраны в табл. 1, результаты измерений величин звезд сравнения — в табл. 2. Кривые блеска SN показаны на рис. 3–6; везде крестиками обозначены наши результаты, точками — наблюдения других авторов.

1. SN I типа 1960f в NGC 4496. Открыта Хьюмасоном в апреле 1960 г., наблюдалась на 40-см астрографе с апреля по июль; результаты опубликованы Куликовым (1960).

Для определения звездных величин SN нами использована последовательность звезд сравнения Бертола (1964). Величины V этих звезд получены привязкой к стандартам около NGC 4636 (Хэйнес и др., 1976) и NGC 4536 (Цветков, 1982а) по 4 пластинкам. Величины m_{pg} Бертола практически совпадают с V . Были измерены также звезды сравнения Темпести (1961) и Кузьмина и Элсалу (1960); для них найдено $V-m_T=0^m.58$, $V-m_{K\gamma}=0^m.0$. Наблюдения Гута (1960), приведенные Темпести к своей системе звездных величин, использованы с поправкой $+0^m.58$; наблюдения Крылова (1960) и Маннино (1962) хорошо согласуются с нашими и использованы без поправок.

Для кривой блеска этой SN можно определить следующие параметры: звездные величины и моменты точек максимума блеска и замедления ослабления блеска (точка k), скорости ослабления блеска после максимума (β) и после точки k (γ): $V_{max}=11^m.6 \pm 0^m.1$; $t_{max}=JD 2437046 \pm 3$; $V_k=14^m.45 \pm 0^m.2$; $t_k=JD 75 \pm 3$; $\beta=10.0 \pm 0.5$; $\gamma=2.3 \pm 0.3$.

2. SN I типа 1960r в NGC 4382. Открыта Розино и Гейтсом в декабре 1960 г., наблюдения на 40-см астрографе проводились с января по апрель 1961 г.; результаты опубликованы Зайцевой (1961).

Нами использованы звезды сравнения Бертола (1964), их величины определены привязкой по 4 пластинкам к стандартам Хэйнеса и др. (1976) около NGC 4406, 4374, 4216 и 4564. Для приведения наблюдений Бертола к нашей системе получено соотношение $V-m_B=0.12m_B-1^m.42$. Оценки Гейтса (1961) хорошо согласуются с нашими. Для этой SN можно надежно определить точку k : $V_k=14^m.95 \pm 0^m.2$; $t_k=JD 2437322 \pm 3$ и $\gamma=1.45 \pm 0.1$. Максимум блеска вероятно наступил около JD 285–295, $V_{max} \approx 12^m \pm 0^m.3$; $\beta > 9$.

3. SN I типа 1961h в NGC 4564. Открыта Романо в мае 1961 г., им же опубликован наиболее продолжительный ряд наблюдений (Романо, 1962). SN была сфотографирована в мае на астрографе КРАО; в июне и июле были получены 3 пластинки по программе службы SN, на которых видна галактика NGC 4564. Около NGC 4564 Хэйнесом и др. (1976) установлен фотоэлектрический стандарт. Оценки блеска SN затруднены тем, что она вспыхнула почти в центре галактики. Для оценки плотности фона около SN были сделаны фотометрические разрезы NGC 4564 и близкой к ней галактики M 87 как на пластинках с SN, так и на полученных позднее. Для M 87 известна зависимость поверхностной яркости от радиуса (Фиш, 1964), нами была получена аналогичная зависимость для NGC 4564 и с ее помощью определена плотность фона около SN. Достаточно высокую точность имеют оценки по первым двум пластинкам; на пластинках, полученных в июне и июле, вклад SN в излучение галактики мал, ошибка полученных звездных величин $0^m.4-0^m.5$. Сравнение наших оценок с кривой блеска Романо показывает, что около максимума блеска $V \approx m_R + 0^m.65$; тогда $V_{max}=11^m.8 \pm 0^m.1$, $t_{max}=JD 2437428 \pm 2$. Наши наблюдения в июне и июле показывают, что $V_k=15^m$, $t_k=JD 455-465$, β около 12.

4. SN 1961i в NGC 4303. Открыта Хьюмасоном в июне 1961 г., видна на 3 пластинках, снятых на 40-см астрографе в июне и июле. Ве-

личины звезд сравнения, показанных на рис. 7, определены привязкой к стандартам около NGC 4536 и 4636 по 5 пластинкам.

Кривая блеска SN в фотовизуальной системе приведена Цвикки (1965), блеск SN был почти постоянен в течение двух месяцев, затем началось быстрое ослабление блеска. На основании этой кривой Цвикки выделил эту SN в III тип, хотя в той же статье приводится сообщение Гринстейна, что спектр 1961i типичен для SN II типа. Наши наблюдения показывают, что блеск SN в системе В уменьшался в июне—июле со скоростью $\beta \approx 5.5$, характерной для SN II типа. Подобные кривые блеска — достаточно быстрое ослабление блеска в В и постоянный блеск после максимума в V имеют SN II типа 1968l, 1969l, 1972q.

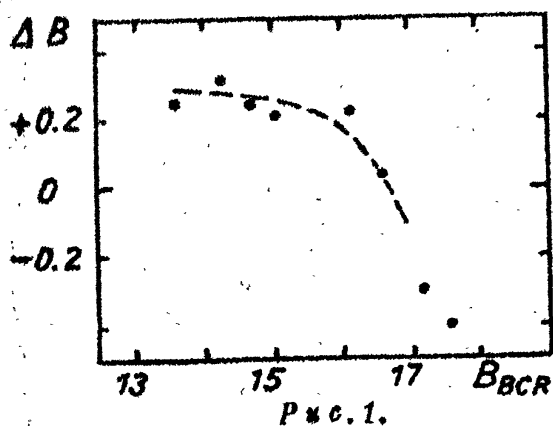
5. SN I типа 1963k в NGC 3656. Открыта Берто в июне 1963 г. Фотографировалась на 40-см астрографе в конце июня — начале июля, получены 3 пластинки. Звезды сравнения показаны на рис. 7, их величины определены привязкой к стандарту, созданному Шугаровым около RW UMa и стандарту около NGC 3733 (Цветков, 1932b) по 3 пластинкам. Берто (1963) дает оценку блеска SN 15^m 15 и 19 июня; по опубликованной фотографии (Берто, 1976) можно оценить блеск SN $B \approx 15^m.2 \pm 0^m.2$; вместе с нашими наблюдениями эти данные показывают, что SN находилась на стадии быстрого ослабления блеска, $\beta \approx 10$. Относительно максимума блеска можно сказать, что $B_{\max}$ — от $13^m.5$ до 15^m .

6. SN I типа 1964e в MCG 9-20-51. Открыта Ловашем в марте 1964 г. Наблюдения на 40-см астрографе продолжались с марта по июнь, результаты опубликованы Зайцевой (1964). Нами использована последовательность звезд сравнения Ловаша (1964), их величины определены привязкой к стандарту около RW UMa по 8 пластинкам. Для построения кривой блеска использованы наблюдения Ловаша с поправкой $+0^m.1$, Анерта (1964), Лохера (1966), Дубяго и Тохташева (1969) — без поправок. Параметры кривой блеска: $B_{\max} = 12^m.5 \pm 0^m.3$; $t_{\max} = \text{JD } 2438456 \pm 5$; $B_k = 15^m.5 \pm 0^m.2$; $t_k = \text{JD } 490 \pm 5$; $\beta = 10 \pm 1$; $\gamma = 1.6 \pm 0.3$.

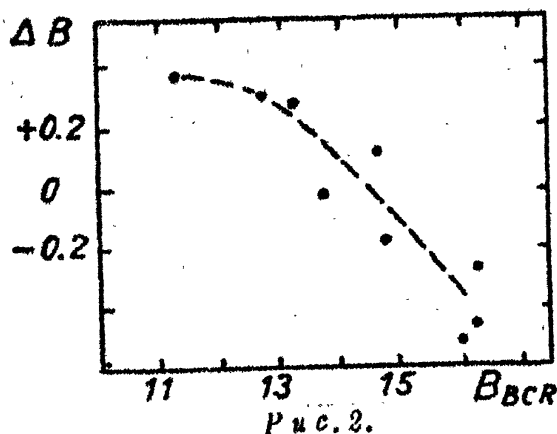
7. SN II типа 1966b в NGC 4688. Открыта Якимовым в феврале 1966 г., наблюдения проводились в феврале и марте; результаты опубликованы Якимовым (1967). Величины звезд сравнения определены привязкой к стандартам около NGC 4536 и 4636 по 5 пластинкам. Карта окрестностей показана на рис. 7, звезды a—f — последовательность Гейтса и др. (1967); величины, определенные ими, совпадают с нашими. Кривая блеска типична для SN II, на рис. 6 ее можно сравнить с кривой блеска SN 1980k — сходство очень большое. Максимум блеска наступил около $\text{JD } 2439155$, $B_{\max} = 14^m.9 \pm 0^m.2$; $\beta = 5 \pm 1$.

8. SN 1970a в IC 3476. Открыта Грызуновой в феврале 1970 г., видна на 5 пластинках, снятых в феврале—марте; результаты наблюдений опубликованы Грызуновой и Кукаркиным (1970). Величины звезд сравнения, показанных на рис. 7, получены привязкой к стандартам Хэйнеса и др. около NGC 4569, 4458, 4406 и 4374 по 3 пластинкам. Наблюдения показывают, что за месяц блеск SN почти не изменился. Видимо, наблюдалась SN II типа на стадии "плеча" на кривой блеска.

9. SN I типа 1971g в NGC 4165. Открыта Розино в апреле 1971 г. Наблюдалась на 40-см астрографе в апреле и мае, результаты опубликованы Куликовским и Горыней (1971). Нами использована последовательность звезд сравнения Барбона и др. (1973); их величины получены привязкой к стандарту Хэйнеса и др. около NGC 4216 по 6 пластинкам. Величины V Барбона и др. (V_{BCR}) существенно отличаются от определенных нами.



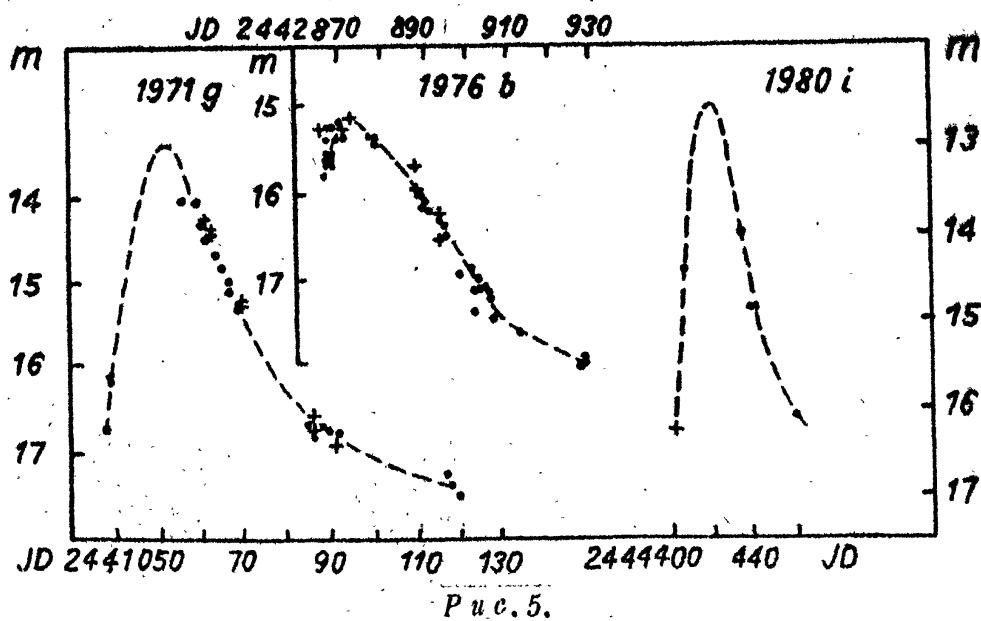
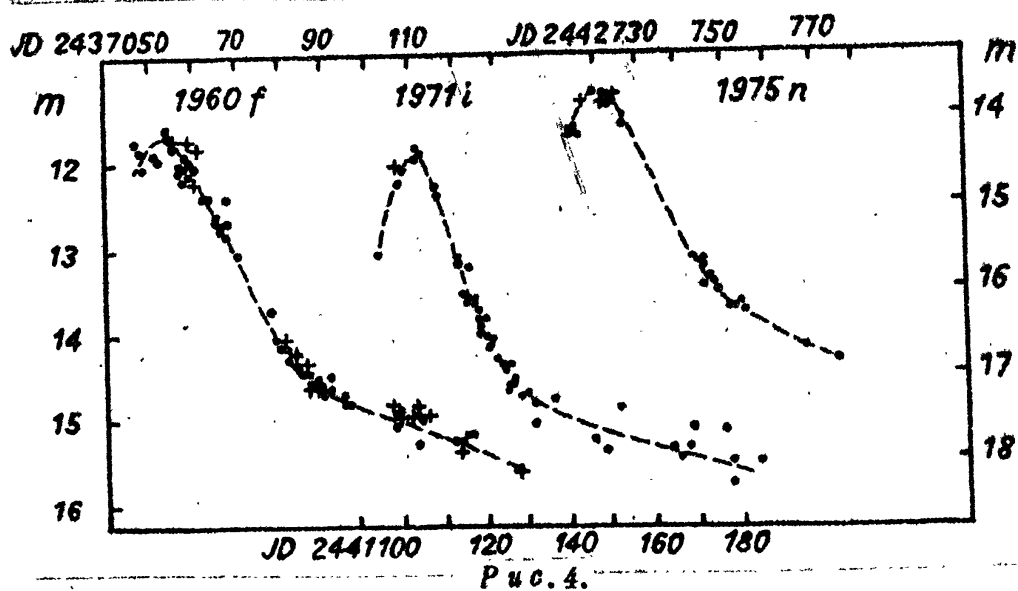
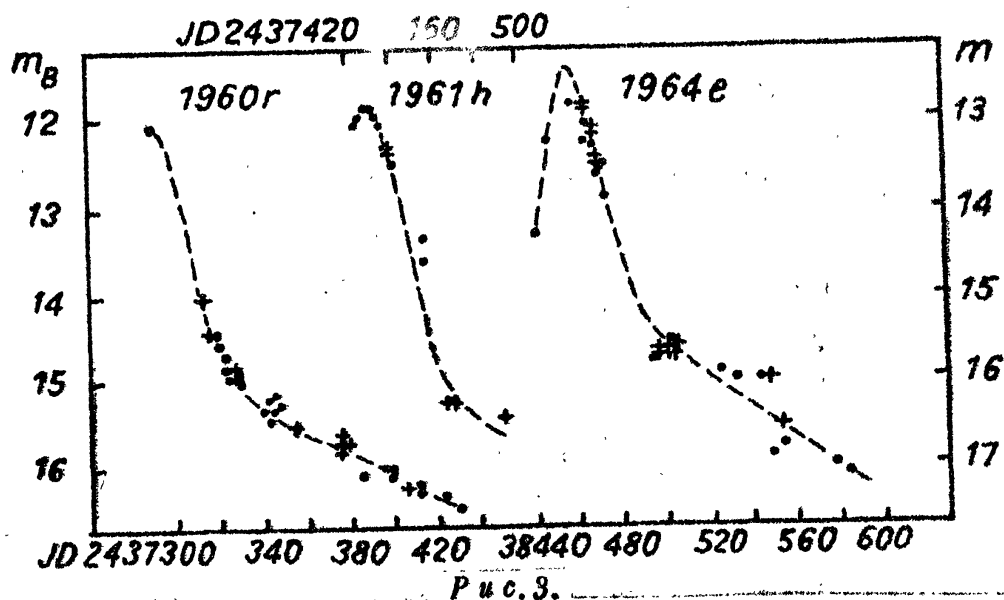
Зависимость $\Delta B = B - V_{BCR}$ от V_{BCR} показана на рис. 1; с помощью этой зависимости наблюдения Барбона и др. приведены к нашей системе. После исправления величины Барбона и др. хорошо согласуются с нашими и с фотоэлектрическими наблюдениями Вокулера и др. (1971). Параметры кривой блеска: $V_{max} = 13^m.5 \pm 0^m.3$; $t_{max} = \text{JD } 2441052 \pm 4$; $V_k = 16^m.7 \pm 0^m.3$; $t_k = \text{JD } 81 \pm 3$; $\beta = 12 \pm 1$.



10. SN I типа 1971i в NGC 5055. Открыта Джолли в мае 1971 г. На 40-см астрографе сфотографирована один раз. Для оценки блеска использован фотоэлектрический стандарт Деминга и др. (1973), получено $B = 12^m.05$ в JD 2441097.3. Также были измерены звезды сравнения Барбона и др. (1973), зависимость ΔB от V_{BCR} приведена на рис. 2. С помощью этой зависимости наблюдения Барбона и др.

были приведены к системе Деминга и др. Для построения кривой блеска использованы также наблюдения Ишида (1971) и Дюрбека (1973). Параметры кривой блеска: $V_{max} = 11^m.9 \pm 0^m.1$; $t_{max} = \text{JD } 2441101 \pm 2$; $V_k = 14^m.9 \pm 0^m.2$; $t_k = \text{JD } 127 \pm 3$; $\beta = 12.3 \pm 0.5$.

11. SN I типа 1975n в NGC 7723. Открыта Вильдом в ноябре 1975 г.; на 40-см астрографе сфотографирована 4 раза. Для определения величин звезд сравнения несколько ярких звезд в окрестностях NGC 7723 были измерены фотоэлектрически на 60-см рефлекторе ГАИШ в Крыму; затем с помощью клина Расина были определены величины звезд сравнения, показанные на рис. 7. Звезды с $-h$ — стандарт Чиатти и Розино (1978); определенные ими величины этих звезд хорошо согласуются с нашими результатами. Для построения кривой блеска использованы также фотоэлектрические наблюдения Вегнера (1977), Лютого (1976) и Томпсона (1975). Параметры кривой блеска: $V_{max} = 13^m.7 \pm 0.1$; $t_{max} = \text{JD } 2442721 \pm 2$; $V_k = 15.9 \pm 0.2$; $t_k = \text{JD } 748 \pm 4$; $\beta = 9.5 \pm 0.5$.



12. SN I типа 1976b в NGC 4402. Открыта Ловашем в марте 1976 г. Наблюдения проводились в марте и апреле, результаты опубликованы Шугаровым и Соловьевым (1976). Для определения блеска использован фотоэлектрический стандарт Вокулера и др. (1981). Для построения кривой блеска использованы данные, приведенные в работе Вокулера и др. (1981). Параметры кривой блеска: $V_{\max} = 15^m.2 \pm 0^m.1$; $t_{\max} = \text{JD } 2442873 \pm 3$; $B_k = 17^m.6 \pm 0^m.3$; $t_k = 910 \pm 5$; $\beta = 7.5 \pm 0.5$.

13. SN I типа 1980i, вспыхнувшая между галактиками NGC 4374 и 4406. Открыта Роскером в июле 1980 г. SN видна на пластинке, снятой на 40-см астрографе 11 июня. С помощью стандарта Хэйнса и др. (1976) около NGC 4374 и 4406 получена оценка $B = 16^m.25$ в JD 2444402.3. На рис. 5 отмечены также оценки Смита (1982) и Гонзалеса (1980). Вероятно, SN имела типичную для I типа кривую блеска. Максимум блеска наступил около JD 2444412, $V_{\max} \approx 12^m.5 \pm 0^m.5$; B_k около $15^m.5 - 16^m$, $\beta = 11 - 13$.

14. SN II типа 1980k в NGC 6946. Открыта Вильдом в октябре 1980 г. С октября 1980 г. по март 1981 г. наблюдалась в ГАИШ на 70-см, 50-см и 40-см телескопах, результаты опубликованы автором (Цветков, 1981). Величины звезд сравнения были определены привязкой к стандарту в скоплении NGC 6939 по 3 пластинкам 40-см астрографа в В и I пластинке 50-см телескопа в V. После опубликования работы Барбона и др. (1982), в которой содержатся сведения о фотоэлектрическом стандарте, созданном Вокулером вблизи SN, пластинки были перемерены с использованием этого стандарта.

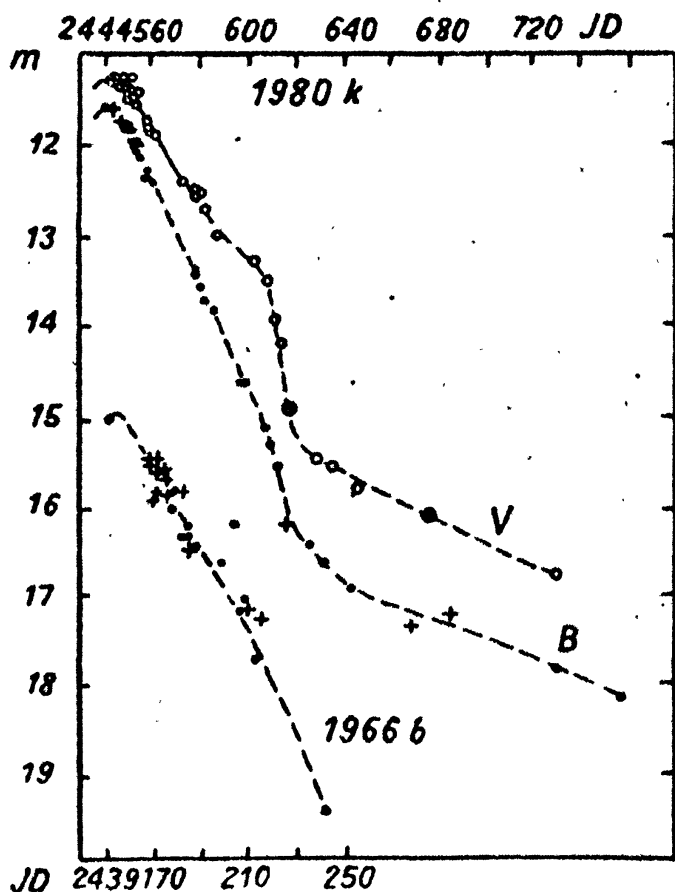


Рис. 6.

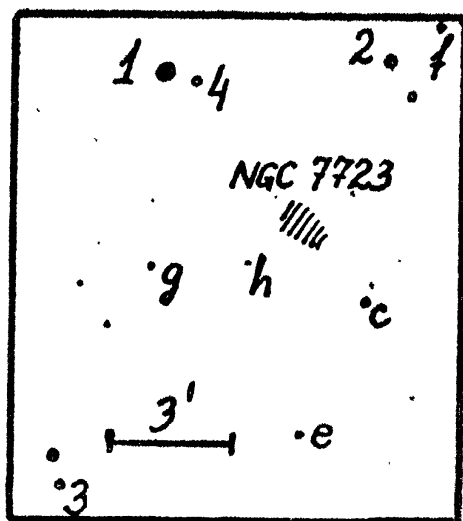
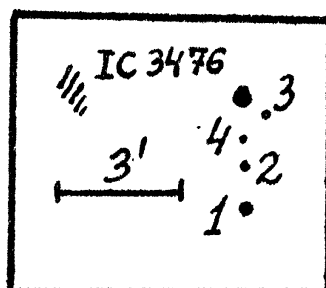
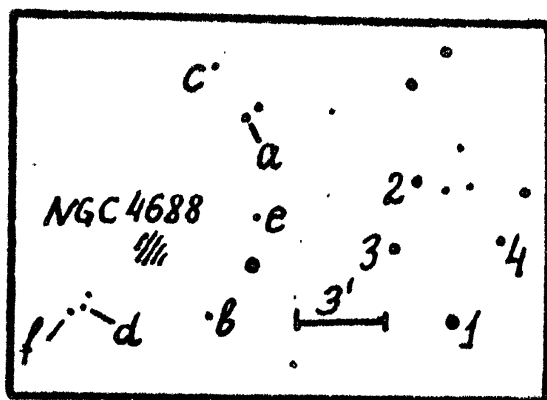
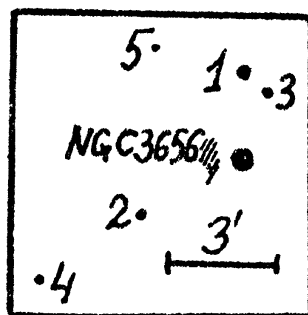
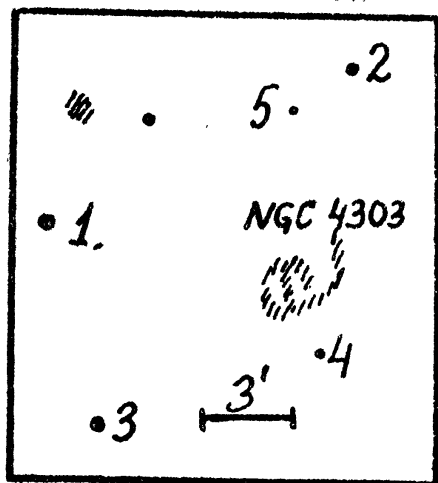


Рис. 7.

Кривые блеска в В и V построены используя наблюдения Барбона и др. (1982) и фотоэлектрические наблюдения разных авторов, опубликованные в Circ IAU № 3542, 3544. Параметры кривых блеска: $V_{\max} = 11^m.4 \pm 0^m.1$; $t_{V_{\max}} = \text{JD } 2444545 \pm 2$; $B_{\max} = 11^m.6 \pm 0^m.1$; $t_{B_{\max}} = \text{JD } 542 \pm 2$; $B_k = 16^m.7 \pm 0^m.3$; $t_{B_k} = \text{JD } 626 \pm 5$; $V_k = 15^m.4 \pm 0^m.3$; $t_{V_k} = \text{JD } 626 \pm 5$; $\beta = 5.5 \pm 0.5$; $\beta' = 4.2 \pm 0.5$.

Таблица 1

SN 1960f		SN 1963k		SN 1970a	
JD 2437000+	B	JD 2438000+	B	JD 2440000+	B
47.3	11.68	205.3	15.95	632.6	15.36
50.3	11.68	206.3	16.10	648.4	15.54
51.3	12.17	207.4	16.15	.5	15.26
52.3	11.80			658.5	15.63
72.3	14.04	SN 1964e		SN 1971g	
74.3	14.19	464.5	12.90	JD 2441000+	B
78.3	14.32	.5	12.90	62.3	14.35
79.3	14.55	466.6	13.11	63.3	14.51
80.3	14.54	.6	13.17	.3	14.45
99.3	14.84	469.4	13.45	69.3	15.28
100.3	14.96	.4	13.46	.3	15.33
102.3	14.98	499.3	15.75	85.3	16.68
103.3	14.87	.4	15.72	.3	16.83
106.3	14.94	500.4	15.75	90.3	16.95
113.3	15.30	.4	15.70		
128.3	15.6	501.5	15.72		
SN 1960r		504.5	15.60	SN 1975n	
312.5	14.00	550.4	16.0	JD 2442000+	B
314.5	14.37	554.4	16.5	718.3	13.79
326.6	14.88	SN 1966b		722.3	13.81
354.6	15.44	JD 2439000+	B	723.3	13.78
377.4	15.65	169.5	15.48	724.3	13.74
.5	15.80	.5	15.50	SN 1976b	
.5	15.77	170.4	15.47	867.4	15.32
378.5	15.70	.4	15.90	872.4	15.27
405.3	16.26	172.4	15.60	873.3	15.18
SN 1961h		.4	15.85	888.4	15.76
436.3	12.32	175.4	15.58	.4	15.98
.4	12.26	.5	15.65	893.3	16.22
462.3	15.2	177.4	15.88	.4	16.48
466.3	15.2	182.5	15.80		
492.3	15.3	185.3	16.42	SN 1980k	
SN 1961i		207.5	17.1	JD 2444000+	B V
462.3	13.48	213.5	17.2	544.2	11.42
466.3	13.54	SN 1970a		.2	11.60
483.3	14.52	JD 2440000+	B	547.2	11.76
		632.6	15.48	617.2	14.93
				.2	16.15
				665.6	17.4
				672.6	17.24
				673.6	16.07

Таблица 2

SN 1960f в NGC 4496		SN 1960r в NGC 4382		SN 1960r в NGC 4382	
звезда	B	звезда	B	звезда	B
a	9.77	a	12.40	a	15.00
b	12.46	b	13.63	f	15.36
c	12.74	c	14.37	g	16.41
d	14.44	d	14.82	h	17.22
e	15.28				

Таблица 2 (окончание)

SN 1961i в NGC 4303

звезда	В
1	13.03
2	13.94
3	14.21
4	14.60
5	15.52

SN 1963k в NGC 3656

1	14.33
2	15.24
3	15.89
4	15.95
5	16.20

SN 1964e в MCG 9-20-51

a	11.10
b	13.47
c	14.12
d	14.63
e	16.55
h	16.23
i	16.65
l	15.92

SN 1966b в NGC 4688

звезда	В
1	14.29
2	14.58
3	14.86
4	15.14
a	15.57
b	15.86
c	16.57
d	16.7
e	17.2
f	17.3

SN 1970a в IC 3476

1	13.46
2	15.04
3	15.68
4	16.85

SN 1971g в NGC 4165

a	13.87
b	14.63
c	14.92
d	15.28

SN 1971g в NGC 4165

звезда	В
e	16.40
f	16.65
g	16.86
h	17.26

SN 1975n в NGC 7723

1	12.50
2	12.58
3	13.00
4	14.36
a	14.46
e	15.08
g	16.11
h	16.53
i	16.79

Литература

Анхерт, 1964 — Anher P., IBVS No 56.

Барбон и др., 1973 — Barbon R., Ciatti F., Rosino L., Mem SAIt, 44, 65.

Барбон и др., 1982 — Barbon R., Ciatti F., Rosino L., Astron. Astroph., 116, 35.

Бертола, 1964 — Bertola F., AJ 69, 238.

Берто, 1963 — Bertaud Ch., IAU Circ. No 1834.

Берто, 1976 — Bertaud Ch., Astronomie 90, 175.

Вегнер, 1977 — Wegner G., MNRAS 181, 677.

Вокулер и др., 1971 — de Vaucouleurs G., de Vaucouleurs A., Brown G.S., Astrophys. Letters 9, 77.

Вокулер и др., 1981 — de Vaucouleurs G., de Vaucouleurs A., Odewahn S., PASP 93, 181.

Гейтс, 1961 — Gates H.S., Harvard Coll. Obs. Announcement Card № 1521.

Гейтс и др., 1967 — Gates H.S., Zwicky F., Bertola F., Ciatti F., Rudnicki K., AJ 72, 912.

Гонзалес, 1980 — Gonzales E., IAU Circ No 3580.

Грызунова Т.И., Кукаркин Б.В., 1970, АЦ № 570.

Гут, 1960 — Huth H., IAU Circ No 1723.

Деминг и др., 1973 — Deming D., Rust B.W., Olson E., PASP 85, 321.

Дюрбек, 1973 — Durbeck H., Astron. Astroph. 22, 317.

Дубяго И.А., Тохташев С.С., 1969, Изв. Энгельс. обс. № 36, 268.

Зайцева Г.В., 1961, АЦ № 223.

Зайцева Г.В., 1964, АЦ № 301.

Ишида, 1971 — Ishida K., IAU Circ No 2332.

Крылов А.Г., 1960, АЦ № 211.

Куликов В.И., 1960, АЦ № 212, 215.

Кузьмин Г.Г., Эдсалу Х., 1960, АЦ № 214.

- Куликовский П.Г., Горыня Н.А., 1971, АЦ № 631.
 Лохер, 1966 – Locher K., Mitt. Verand. St., 3, 195.
 Ловаш, 1964 – Lovas M., IBVS No 50.
 Лютый В.М., 1976, АЦ № 906.
 Маннино, 1962 – Mannino G., Mem. SAIt., 33, 147.
 Романо, 1962 – Romano G., Mem. SAIt., 33, 17.
 Смит, 1982 – Smith H.A., AJ 86, 998.
 Темпести, 1961 – Tempesti P., Mem. SAIt., 32, 249.
 Томпсон, 1975 – Thompson L.A., IAU Circ No 2866.
 Фиш, 1964 – Fish R.A., ApJ 139, 284.
 Хэйнс и др., 1976 – Hanes D.A., Harris W.E., Madore B.F., MNRAS 177, 653.
 Цветков Д.Ю., 1981, АЦ № 1180.
 Цветков Д.Ю., 1982а, Письма в АЖ, 8, 219.
 Цветков Д.Ю., 1982б, АЦ № 1236.
 Цвикки, 1965 – Zwicky F., Stars and Stellar Systems, vol. 8, Univ. Chicago Press, p. 375.
 Чиатти, Розино, 1978 – Ciatti F., Rosino L., Astron. Astrophys. Suppl., 34, 387.
 Шугаров С.Ю., Соловьев В.Я., 1976, АЦ № 915.
 Якимов В.Е., 1967, АЦ № 406.

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

*Поступила в редакцию
 5 марта 1983 г.*