

К. А. Григорян

ЭЛЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ
И ЭЛЕКТРОПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ
 ζ ЛИРЫ

ζ Лирь, известная затменная переменная, обладающая рядом особенностей, привлекала внимание многих исследователей.

Для этой звезды было получено несколько фотоэлектрических кривых блеска [1, 2, 3]. Судя по этим кривым, разница в блеске звезды в максимуме и в главном минимуме составляет приблизительно одну звездную величину, а во вторичном минимуме — приблизительно $0^m 5$. Помимо этого, главный минимум асимметричен (нисходящая ветвь более крутая, чем восходящая). Были замечены также колебания уровня вторичного минимума [4]. Многие наблюдатели считают, что максимумы блеска имеют одинаковую высоту, однако некоторые придерживаются противоположного мнения.

Комиссия 42 МАС в 1958 году в Москве приняла решение сделать ζ Лирь объектом международной кампании, т. е. проведения одновременных интенсивных фотометрических и спектрофотометрических измерений. Особое внимание при этом уделяется получению современной фотоэлектрической кривой блеска ζ Лирь в пределах нескольких циклов.

Исходя из этого, мы предприняли систематическое наблюдение этой звезды.

Наблюдения были проведены при помощи электрофотометра, монтированного на 16" телескопе Бюраканской обсерватории [5]. Для получения кривых блеска в различных областях спектра измерения яркости β Лирь были проведены в четырех фильтрах, эффективные длины волн которых следующие: 3700, 4500, 5400, 6000А. В качестве звезды сравнения выбрана η Лирь (5^m 16 и A2). Методика наблюдения относительных звездных величин обычная.

Результаты наблюдения относительных звездных величин собраны в табл. 1—4, где приведены: юлианские

Таблица 1

Юлианский день	$m_{\text{ж}}(\beta) - m_{\text{ж}}^{(9)}$	жс. $C_{\beta} - C_9$	Юлианский день	$m_{\text{ж}}(\beta) - m_{\text{ж}}^{(9)}$	жс. $C_{\beta} - C_9$
2436			2436		
789.290	-1.85	+0.13	813.251	-1.48	+0.03
789.413	-1.80	+0.18	813.256	-1.48	+0.02
789.440	-1.80	+0.10	813.268	-1.48	+0.03
790.270	-1.83	+0.08	814.253	-1.63	+0.09
790.408	-1.84	+0.08	814.265	-1.67	+0.07
792.356	- .76	—	815.233	-1.77	+0.11
795.346	-1.67	+0.17	815.285	-1.75	+0.11
795.347	-1.67	+0.18	815.338	-1.73	+0.13
795.351	-1.70	+0.15	815.3 9	-1.77	+0.09
796.324	-1.78	+0.13	816.217	-1.81	+0.12
796.340	-1.78	+0.13	818.234	-1.52	-0.02
797.281	-1.77	+0.12	818.240	-1.47	+0.07
798.354	-1.63	+0.09	819.251	-0.93	+0.05
798.376	-1.61	+0.09	819.267	-0.93	+0.03
798.396	-1.56	+0.07	819.283	-0.94	+0.04
798.399	-1.56	+0.07	819.305	-0.89	+0.05
800.259	-1.46	+0.04	819.327	-0.89	+0.09
803.306	-1.81	+0.06	822.247	-1.72	+0.14
807.237	-1.30	+0.05	822.268	-1.79	+0.10
807.302	-1.31	+0.07	822.288	-1.79	+0.06
807.315	-1.30	+0.05	828.260	-1.74	+0.08
807.319	-1.30	+0.02	829.251	-1.84	+0.04
807.337	-1.30	+0.08	829.274	-1.84	+0.05
808.231	-1.73	+0.07	830.284	-4.67	+0.08
808.284	-1.71	+0.10	830.306	-1.69	+0.05
808. 91	-1.70	+0.10	835.312	-1.80	+0.09
809.255	-1.80	+0.10	836.251	-1.74	+0.11
809.342	-1.82	+0.13	836.252	-1.74	+0.11
809.353	-1.80	+0.10	836.307	-1.54	+0.06
811.216	-1.65	+0.05	840.286	-1.69	+0.09
811.230	-1.62	+0.08	840.287	-1.69	+0.09
812.219	-1.42	+0.09	858.208	-0.93	-0.03
812.231	-1.41	+0.10	858.214	-0.93	-0.03
812.327	-1.38	+0.15	858.229	-0.90	0.00
812.345	-1.36	+0.16	858.235	-0.90	0.00

дни, относительные звездные величины в определенном фильтре и относительные цветовые эквиваленты, которые были определены следующим образом. Известно, что внеатмосферные и наблюдаемые цветовые эквиваленты связаны между собой по формуле Бугэ:

$$С_{жз} = С_{ожз} + \alpha_{жс} F(z), \quad (1)$$

Таблица 2

Юлианский день	$m_c(\beta) - m_c(\gamma)$	С. ф. $C(\beta) - C(\gamma)$	Юлианский день	$m_c(\beta) - m_c(\gamma)$	С. ф. $C(\beta) - C(\gamma)$
2436			2836		
789.288	-1.98	+0.78	812.346	-1.52	+0.75
789.414	-1.98	+0.75	813.252	-1.51	+0.87
789.420	-1.90	+0.80	813.257	-1.50	+0.88
790.312	-1.91	+0.80	813.269	-1.51	+0.84
790.404	-1.92	+0.83	814.254	-1.72	+0.82
792.349	-1.55	+0.93	814.266	-1.74	-
792.440	-1.48	+0.70	815.234	-1.88	+0.81
795.345	-1.84	+0.69	815.286	-1.86	+0.80
795.347	-1.85	+0.68	815.337	-1.86	+0.80
795.351	-1.85	+0.68	815.360	-1.86	+0.80
796.319	-1.91	+0.82	816.218	-1.93	+0.83
796.336	-1.91	+0.84	818.235	-0.55	+0.78
797.277	-1.89	+0.88	818.214	-0.54	+0.74
798.356	-1.72	+0.83	819.252	-0.98	+0.77
798.378	-1.70	+0.84	819.268	-0.96	+0.79
798.394	-1.63	-	819.284	-0.98	+0.75
798.401	-1.63	-	819.306	-1.94	+0.77
800.258	-1.52	+0.82	819.326	-1.99	+0.77
803.309	-1.87	+0.83	822.248	-1.86	+0.79
807.237	-1.35	+0.73	822.269	-1.89	+0.81
807.292	-1.34	+0.74	822.289	-1.85	+0.86
807.303	-1.35	+0.71	828.261	-1.82	+0.84
807.315	-1.32	+0.74	829.252	-1.88	-0.86
807.336	-1.38	+0.72	829.275	-1.89	+0.88
808.232	-1.80	+0.85	830.285	-1.75	+0.89
808.285	-1.81	+0.82	830.307	-1.74	+0.90
808.392	-1.80	+0.82	835.313	-1.92	+0.82
809.256	-1.90	+0.88	836.250	-1.85	+0.81
809.343	-1.97	+0.83	836.251	-1.85	+0.79
809.354	-1.90	+0.89	836.306	-1.60	+0.78
811.217	-1.70	+0.82	840.285	-1.78	-0.87
811.231	-1.75	+0.81	840.287	-1.78	+0.87
812.220	-1.51	+0.82	858.209	-1.90	+0.76
812.232	-1.51	+0.84	858.213	-1.90	+0.76
812.328	-1.53	+0.82	858.230	-1.90	+0.74
			858.234	-1.90	+0.74

где $С_{ожз}$ и $С_{жз}$ — соответственно внеатмосферные и наблюдаемые цветовые эквиваленты, а $\alpha_{жс}$ — фактор избиратель-

ного поглощения. Если мы наблюдаем вместе с звездой β Лирь звезду сравнения 9 Лирь, то относительные цветовые эквиваленты будут:

$$Сжс_{\beta} - Сжс_9 = Сожс_{\beta} + (\alpha_{жс_{\beta}} - \alpha_{жс_9}) F(z). \quad (2)$$

Таблица 3

Юлианский день	$m_{\phi}(\beta) - m_{\phi}(9)$	Юлианский день	$m_{\phi}(\beta) - m_{\phi}(9)$
2436		2436	
789.362	-2.76	813.253	-2.38
789.401	-2.71	813.258	-2.33
789.439	-2.70	813.270	-2.35
790.306	-2.71	814.255	-2.54
790.397	-2.75	815.235	-2.69
792.350	-2.48	815.287	-2.69
792.440	-2.18	815.336	-2.66
795.344	-2.53	815.361	-2.66
795.348	-2.53	816.219	-2.76
795.356	-2.53	818.236	-2.33
796.315	-2.73	818.242	-2.28
796.333	-2.76	819.260	-1.75
797.273	-2.77	819.269	-1.75
798.355	-2.55	819.285	-1.73
798.377	-2.54	819.307	-1.71
800.256	-2.30	819.325	-1.76
803.310	-2.70	822.249	-2.65
807.236	-2.08	822.270	-2.70
807.293	-2.08	822.290	-2.71
807.304	-2.06	828.262	-2.66
807.316	-2.06	829.253	-2.74
807.335	-2.10	829.276	-2.77
808.232	-2.65	830.286	-2.64
808.286	-2.63	830.308	-2.64
808.393	-2.62	835.314	-2.74
809.257	-2.78	826.249	-2.66
809.344	-2.80	836.250	-2.64
809.355	-2.79	836.305	-
811.218	-2.52	840.284	-2.55
811.232	-2.56	840.288	-2.55
812.221	-2.33	858.210	-1.66
812.233	-2.35	858.212	-1.66
812.329	-2.35	858.231	-1.64
812.347	-2.27	858.233	-1.64

Поскольку факторы избирательного поглощения для звезд β и 9 Лирь почти равны ($\alpha_{жс_{\beta}} = \alpha_{жс_9}$), что объясняется одинаковостью их спектральных типов, то

$$Сжс_{\beta} - Сжс_9 = Сожс_{\beta} - Сожс_9, \quad (3)$$

т. е. наблюдаемые относительные цветовые эквиваленты равны внеатмосферным относительным цветовым эквивалентам. Принимая во внимание последнее соотношение и приведенные в таблице значения относительных звездных величин, определяем $Сожс_3 - Сожс_9$ при помощи следующего соотношения.

$$Сожс_3 - Сожс_9 = \Delta m_{ж} - \Delta m_{с}. \quad (4)$$

Таблица 4

Юлианский день	$m_{кр}(\beta) - m_{кр}(9)$	Ж. К. $C(\beta) - C(9)$	Юлианский день	$m_{кр}(\beta) - m_{кр}(9)$	Ж. К. $C(\beta) - C(9)$
2436			2436		
807.294	-1.33	+1.47	818.237	-1.56	+1.46
807.305	-1.31	+1.50	818.243	-1.52	+1.45
807.318	-1.31	+1.49	819.261	-1.02	+1.41
807.334	-1.45	+1.35	819.270	-1.04	+1.39
808.233	-1.75	+1.48	819.286	-1.02	+1.42
808.287	-1.80	+1.41	819.308	-1.03	+1.36
808.394	-1.82	+1.38	819.324	-1.02	+1.37
809.258	-1.85	+1.45	822.250	-1.84	+1.38
809.345	-1.85	+1.47	822.271	-1.90	+1.39
809.356	-1.90	+1.40	822.291	-1.86	+1.43
811.219	-1.78	+1.37	828.263	-1.86	+1.38
811.233	-1.79	+1.33	829.254	-1.88	+1.46
812.222	-1.56	+1.36	829.277	-1.88	+1.46
812.234	-1.55	+1.36	830.287	-1.79	+1.38
812.330	-1.50	+1.38	835.315	-1.92	+1.38
812.348	-1.50	+1.36	836.248	-1.79	+1.45
813.254	-1.47	+1.51	836.249	-1.82	+1.42
813.259	-1.54	+1.46	836.304	-1.57	+1.47
813.271	-1.53	+1.38	840.283	-1.76	+1.43
814.256	-1.75	+1.38	840.289	-1.76	+1.43
815.236	-1.88	+1.39	858.209	-1.17	+1.26
815.288	-1.87	+1.38	858.211	-1.17	+1.26
815.335	-1.84	+1.39	858.232	-1.16	+1.24
815.362	-1.88	+1.37	858.233	-1.16	+1.24
816.220	-1.92	+1.39			

Результаты вычисления по формуле (4) приведены в таблицах 1, 2 и 4. Таким образом, мы можем иметь представление об изменениях цвета звезды β Лирь в зависимости от фазы колебания блеска.

Кривые изменения блеска, полученные через различные фильтры, показаны на рис. 1—4. Все величины, которые были получены в различные периоды наблюдения,

приведены к отрезку времени, который показан на графиках. При этом из дат более поздних наблюдений вычтено наименьшее возможное целое число периодов для того, чтобы эти наблюдения попали в график, а к датам более ранних наблюдений подобным же образом прибавлено наименьшее целое число периодов. Следует отметить, что из-за плохой погоды не были охвачены наблюдениями некоторые минимумы. С целью определения точности одного наблюдения относительных звездных величин, параллельно со звездой 9 Лиры была наблюдаена вторая стандартная звезда HR 6997 через четыре фильтра. Результаты измерения относительных звездных величин 9 Лиры по отношению HR 6997 приведены в табл. 5. Согласно данным этой таблицы, ошибка од-

Таблица 5

Юлианский день	Желтый фильтр $m(9) - m(\text{HR})$	Синий фильтр $m(9) - m(\text{HR})$	Фиол. фильтр $m(9) - m(\text{HR})$	Красн. фильтр $m(9) - m(\text{HR})$
1	2	3	4	5
2436				
807.26	-0 ^m .14	-0 ^m .02	+0 ^m .60	-0 ^m .20
807.33	-0.16	-0.01	+0.60	-0.19
808.23	-0.12	+0.05	+0.60	-0.22
808.33	-0.13	-0.02	—	-0.22
808.39	-0.13	-0.02	+0.54	-0.19
809.34	-0.13	-0.02	—	-0.24
809.36	-0.13	+0.04	+0.60	-0.21
811.21	-0.15	0.00	+0.60	-0.15
812.22	-0.16	+0.02	+0.56	-0.22
812.24	-0.12	+0.02	+0.58	-0.22
814.25	-0.14	+0.02	+0.55	-0.24
815.23	-0.10	+0.04	+0.55	-0.22
815.25	-0.12	+0.02	+0.57	-0.22
815.34	-0.11	-0.01	+0.60	-0.22
818.25	-0.13	+0.02	+0.56	-0.22
819.25	-0.15	+0.03	+0.57	-0.20
819.28	-0.15	+0.03	+0.57	-0.20
819.29	-0.12	+0.02	+0.55	-0.22
819.30	-0.12	+0.03	+0.56	-0.20
819.32	-0.11	+0.01	+0.54	-0.20
822.26	-0.11	+0.05	+0.58	-0.21
822.28	-0.14	+0.03	+0.58	-0.21
822.30	-0.12	+0.04	+0.58	-0.21
829.26	-0.15	0.00	+0.56	-0.20
829.28	-0.12	+0.03	+0.57	-0.20
830.29	-0.13	0.00	+0.55	-0.20
836.22	-0.12	+0.03	+0.56	-0.22
836.32	-0.14	+0.04	+0.55	-0.20
840.29	-0.14	+0.02	+0.54	-0.21

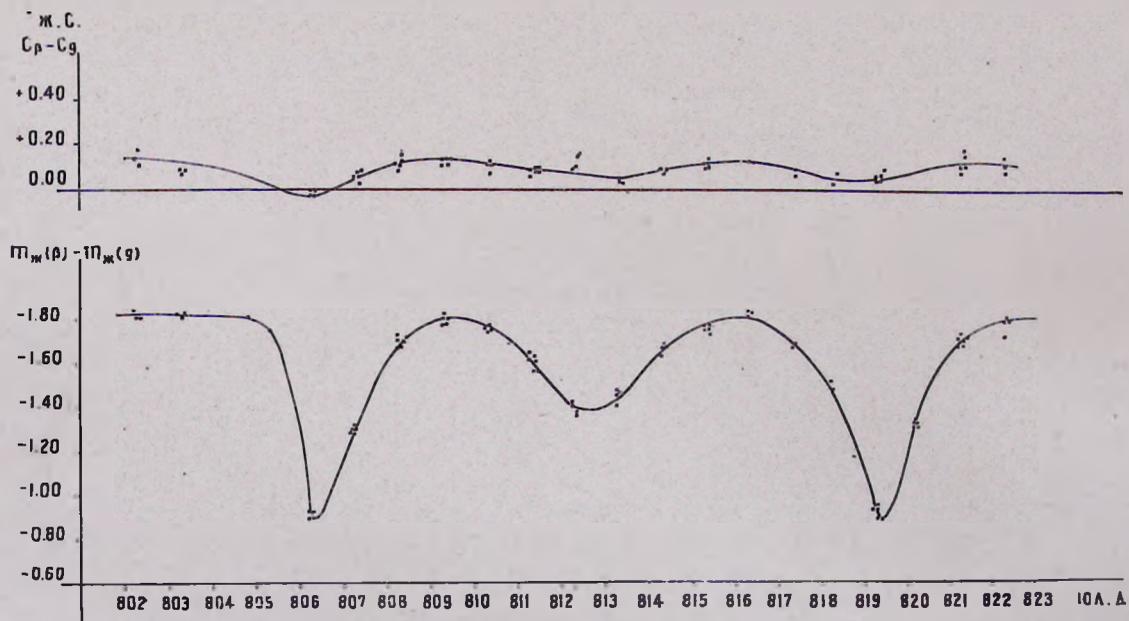


Рис. 1. Нижняя кривая представляет изменения блеска в желтом фильтре, а верхняя — изменения относительного желто-синего цветового эквивалента для η Лирь,

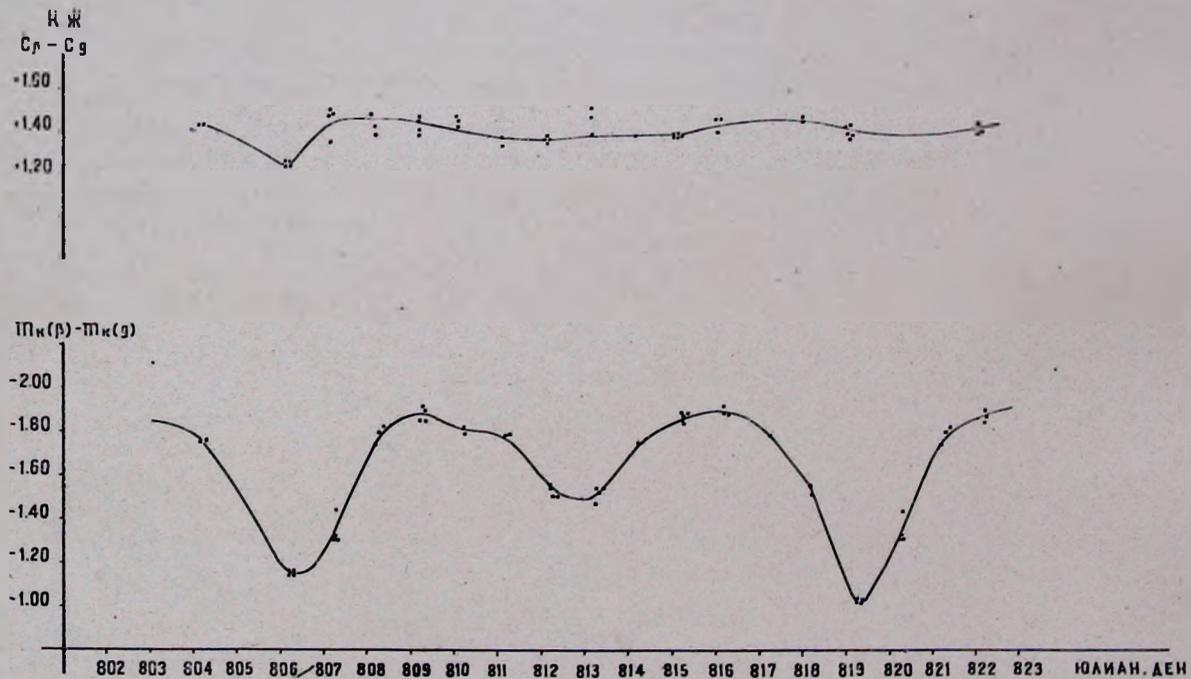


Рис. 2. Нижняя кривая представляет изменения блеска в синем фильтре, а верхняя — изменения относительного сине-фиолетового цветового эквивалента.

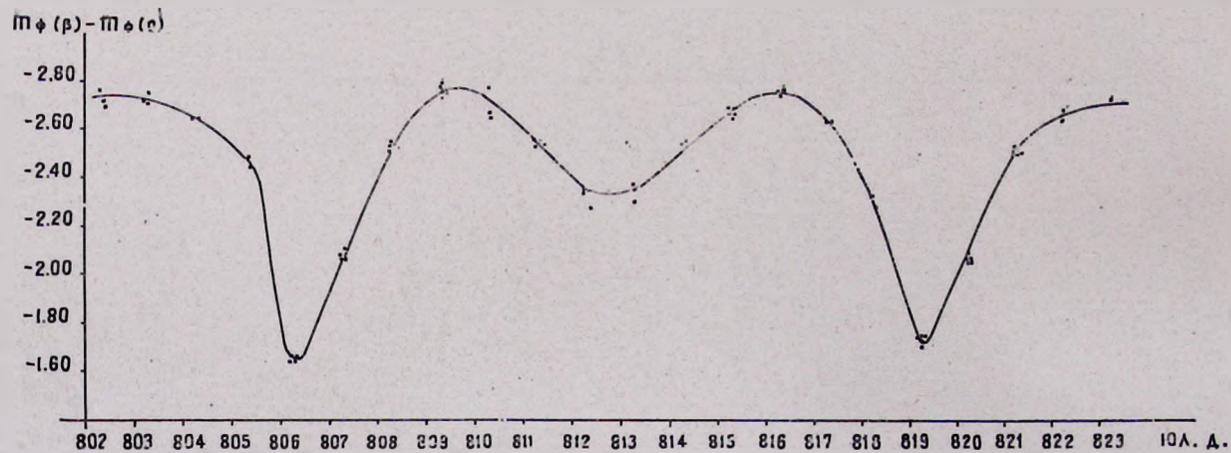


Рис. 3. Кривая изменения блеска ζ Лиры в фиолетовом фильтре.

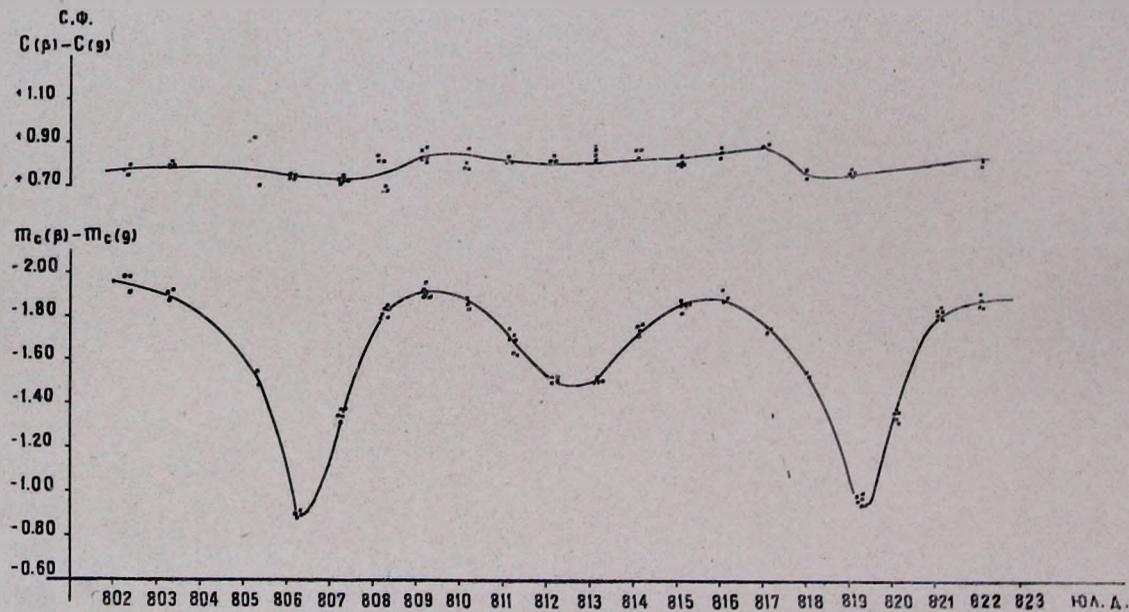


Рис. 4. Нижняя кривая представляет изменения блеска в красном фильтре, а верхняя изменения красно-желтого цветового эквивалента.

ного наблюдения относительных звездных величин в каждом из четырех фильтров не превышает $0^m.018$.

Из приведенных на рисунках кривых блеска можно прийти к следующим выводам:

1. Высоты максимумов во всех случаях почти одинаковы, т. е. не наблюдается различия между первым максимумом, непосредственно следующим за главным минимумом, и вторым (в период наших наблюдений).

2. В некоторых кривых длины интервалов времени, охватываемых первым и вторым максимумом, различны, т. е. наблюдаются сравнительно узкие и широкие максимумы.

3. Все кривые, кроме полученной через желтый фильтр, несколько асимметричны в главном минимуме.

4. На кривой блеска, полученной через красный фильтр, в эпоху 2436809.5 имеется небольшое увеличение яркости (юлианский день 809.5).

5. Главные минимумы на каждой кривой блеска, кроме одной (желтый фильтр), отличаются друг от друга по глубине. Интересно, что при переходе от синей кривой блеска к красной, разность блеска между первым минимумом и вторым меняет знак.

6. Средние амплитуды колебания блеска в первом, втором и во вторичном минимумах составляют:

Фильтры	Первый минимум	Второй минимум	Вторичный минимум
Красный	$0^m.73$	$0^m.85$	$0^m.45$
Желтый	0.92	0.92	0.43
Синий	1.04	0.96	0.43
Фиолетовый	1.10	1.00	0.43

Последние показывают, что при переходе от длинных волн к коротким глубина первого и второго минимума увеличивается, а глубина вторичного минимума почти не меняется.

Интересно рассмотреть ход изменения относительных цветовых эквивалентов в зависимости от фазы изменения блеска β Лирь. Он показан на рис. 1, 2 и 4 (сверху). Из них видно, что относительные цветовые эквиваленты за

Таблица 6

Юлианский день	Желтый фильтр		Синий фильтр		Фиолетовый фильтр		Красный фильтр	
	$p\%$	θ°	$p\%$	θ°	$p\%$	θ°	$p\%$	θ°
2436								
789.290	1.5	30	1.5	24	1.3	26		
789.413	1.2	26	1.3	24	1.4	23		
790.270	0.9	30	1.3	26	1.4	28		
790.408	1.2	23	1.0	24	1.1	27		
795.351	1.1	26	1.0	24	1.2	28		
796.324	1.2	24	1.3	26	1.0	26		
796.340	1.0	26	0.9	26	1.1	26		
797.281	1.2	25	1.2	25	1.0	26		
807.319	1.1	24	1.3	26	0.8	24	0.8	24
812.327	1.2	26	1.2	22	1.0	22	1.2	22
8 9.251	1.0	34	1.3	30	1.3	22	1.3	16

время наблюдений не оставались постоянными и ход их изменения параллелен ходу изменения относительных звездных величин β Лирь. Глубины первых и вторых минимумов относительных цветовых эквивалентов, как видно из рис. 1, 2 и 4, несколько отличаются друг от друга.

В случае желто-синего и красно-желтого цветовых эквивалентов первый минимум более глубокий, чем второй, а в сине-фиолетовом они совпадают. Параллельно с фотометрическими наблюдениями тем же электрофотометром были произведены поляриметрические наблюдения с целью выяснения зависимости между параметрами поляризации и изменением блеска в указанных четырех фильтрах. Результаты этих наблюдений приведены в табл. 6. Как видно из этой таблицы, параметры поляризации не показывают сколько-нибудь заметных изменений, они фактически не зависят как от фазы, так и от длины волны.

Некоторые из сделанных выше выводов следует считать предварительными и нуждающимися в проверке, поскольку они основаны на сравнительно небольшом числе наблюдений.

Կ. Հ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Յ ՔՆԱՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱԼՈՒՍԱԶԱՓԱԿԱՆ ԵՎ ԷԼԵԿՏՐԱՐԵՎԵՌԱԶԱՓԱԿԱՆ ԴԻՏՈՒՄՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Յ Քնարի աստղի էլեկտրալուսաչափական և էլեկտրաբևեռաչափական դիտումները կատարված են Բյուրականի աստղադիտարանի 16^{րդ} դիտակի վրա տեղակայված էլեկտրաֆոտոմետրով: Օգտագործված ֆիլտրերի էֆեկտիվ ալիքային երկարություններն են՝ 3700, 4500, 5500 և 6000 Å:

Դիտման արդյունքները բերված են № 1—4 աղյուսակներում և պատկերված են № 1—4 նկարների վրա: Լուսաչափական դիտումներից հաշված են նաև Յ քնարի երեք գույները, որոնց փոփոխության կորերը պատկերված են № 1, 2 և 4 նկարներում: Կորերից երևում է, որ պայծառության փոփոխությունները զուգակցվում են գույների փոփոխության հետ:

Զուգահեռ էլեկտրալուսաչափական դիտումներին կատարված են նաև բևեռաչափական դիտումներ նշված չորս ֆիլտրերում: Դիտման արդյունքները ցույց են տալիս, որ Յ Քնարի աստղի պայծառության և գույների փոփոխությունները չեն քերում բևեռացման պարամետրերի փոփոխության:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. J. Stebbins, Lick. Obs. Bull. 8, 77, 1915,
2. W. Start, MN. 95, 644, 1935.
3. C. Huffer, Pnbl. Washburu Obs. 15, pt. 4, 209, 1931.
4. R. Curfiss, Publ., Michigan Obs. 5, 177, 1934.
5. К. А. Григорян. Сообщения Бюраканской обсерватории, 27, 55, 1959..

