

Наблюдения и сводная кривая блеска RW Возничего

П. Н. Холопов

Построена сводная кривая блеска RW Aur по наблюдениям различных авторов. Наблюдения сведены в одну систему на основе величин звезд сравнения, определенных *Бейером* [7], *Кибе* и *Козавой* [12]. Получено распределение величин в максимумах и минимумах блеска и распределение суточных средних величин. Распределение суточных средних величин RW Aur (G5e) сходно с распределением для T Ori (A0e) и не похоже на распределение для RY Tau (G0e). Таким образом, нет однозначного соответствия кривых распределения спектральному классу. Сравнение оценок на московских пластинках с визуальными наблюдениями *Педерсена* и *Энебо* показывает зависимость показателя цвета от величины: при уменьшении блеска показатель цвета увеличивается, что можно объяснить двойственностью RW Aur (спутник 11^m5, M0e).

Блеск звезды меняется неправильно в пределах 9^m2—12^m5 vis, 9^m6—13^m6 pg. Максимумы и минимумы острые, продолжительных остановок не отмечено.

Die gesammelte Lichtkurve für RW Aur ist nach den Beobachtungen von verschiedenen Verfassern zusammengesetzt. Die Beobachtungen sind zu dem System nach den von *Beyer* [7], *Kibe* und *Kozava* [12] bestimmten Größen für die Vergleichsterne reduziert. Die Verteilungen der Größen in Maxima und Minima und die Verteilung der tagesmittleren Größen wurde bekommen. Die Verteilung der tagesmittleren Größen für RW Aur (G5e) ist dieselbe für T Ori (A0e) ähnlich, aber weicht von der Verteilung für RY Tau (G0e) ab. Es ist also keine eindeutige Übereinstimmung unter den Verteilungskurven und der Spektralklasse. Nach dem Vergleich der Abschätzungen, die bei der Messungen der Moskauerplatten bekommen sind an den visuellen Beobachtungen von *Pedersen* und *Enebo*, hängt der Farbenindex von der Sterngröße ab: je weniger die Helligkeit ist, desto größer Farbenindex wird. Dies ist als die Folge der Doppelnatur RW Aur (die Komponente 11^m5, M0e) zu erklären.

Die Helligkeit schwankt unregelmäßig von 9^m2 bis 12^m5 (vis) und von 9^m6 bis 13^m6 (ph). Die Maxima und Minima sind scharf, lange Stillstände sind nicht zu bemerken.

Это вторая статья из цикла, посвященного анализу изменения блеска переменных звезд типа RW Возничего [1].

Переменная RW Aur, открытая в 1906 г. *Л. П. Цераской* [2], систематически наблюдалась визуально с 1906 по 1938 г. несколькими наблюдателями, опубликовавшими свои оценки блеска. Сводная кривая блеска RW Aur (рис. 14 а—е) построена нами по 2010 наблюдениям следующих авторов: *Энебо* [3], *Прачки* [4], *Мюндлера* [5], *Граффа* [6], *Бейера* [7], *Яккиа* [8], *Козавы* [9], *Кибе* [10], *Хаустона* [11] и членов секции переменных звезд Восточной астрономической ассоциации (ОАА) *Койамы*, *Кутукаке*, *Сасабе*, *Дате*, *Такаи*, *Имаду*, *Нисии*, *Нисикавы* [12]. Тонкие стрелки на рис. 14 означают, что величина переменной больше величины, соответствующей началу стрелки. На рисунок нанесены также фотографические оценки *Педерсена* [13], к сожалению, не указавшего, какими звездами сравнения он пользовался.

Визуальные наблюдения *Лейнера* [14], *Нейланда* [15], большая часть наблюдений *Циннера* [16], а также фотографические наблюдения

Анерта [17] и *Ганошкина* [18] не опубликованы, и мы ограничиваемся лишь замечаниями этих авторов о характере изменения блеска переменной в соответствующие промежутки времени.

На рис. 14 не нанесены немногочисленные наблюдения *Люизе* [19], *Циннера* [20] (совершенно не согласующиеся с соответствующими наблюдениями *Энебо*), *Дермюля* [21] и *Баранова* [22], так как эти авторы не указали своих звезд сравнения. Не нанесены также наблюдения *Хартвига*, обработанные *Циннером* [23], так как приведение их к шкале других авторов затруднительно; кроме того, эти наблюдения относятся к времени (в основном J. D. 2417864—18040), когда имеется большое число оценок других наблюдателей. Мы не могли использовать для построения сводной кривой блеска 98 наблюдений *Энебо* [24], так как в нашем распоряжении не было соответствующего выпуска.

Визуальные величины звезд сравнения, использовавшихся разными авторами, приведены в таблице 1.

Рядом с величинами стоят латинские и греческие буквы — обозначения соответствующих звезд, принимавшиеся автором, фамилия которого указана в начале столбца. В столбце m_{rg} приводятся фотографические величины некоторых звезд, согласно *Хиллу* и *Схилту* [25] и каталогу HDE [26]. В последнем столбце приведены визуальные величины звезд сравнения, принятые нами, когда все наблюдения мы сводили в единую систему. В основу этой системы были положены величины звезд сравнения, определенные *Бейером* [7], *Кибе* и *Козавой* [12]. В соответствии с этим, наблюдения *Бейера* и членов ОАА нанесены на рис. 14 без каких-либо поправок. Величины *Яккиа* исправлены лишь в интервале $12^{\text{m}}0—12^{\text{m}}9$, а *Граффа* — в интервале $11^{\text{m}}4—12^{\text{m}}0$. Все величины *Энебо* и *Прачки* были графически приведены к принятой системе визуальных величин.

Отмечая большие расхождения между своими наблюдениями и наблюдениями *Циннера*, *Энебо* считал, что эти расхождения можно объяснить почти мгновенными изменениями блеска звезды. Однако, повидимому, эти расхождения обусловлены лишь плохой шкалой величин звезд сравнения *Циннера*, оставшихся, к сожалению, неизвестными. *Прачка* [27] указывает, что в течение нескольких ночей звезда наблюдалась в Бамберге непрерывно по 10—12 часов, причем быстрых изменений блеска не было обнаружено. Тем не менее, эти быстрые изменения нередко происходят, как об этом свидетельствуют однородные ряды наблюдений *Энебо*, *Бейера*, членов ОАА и фотографические оценки.

В таблице 2 и на рис. 15 представлено распределение величин максимумов и минимумов блеска, определявшихся по сводной кривой блеска, а также распределение суточных средних величин переменной. При этом были использованы лишь сравнительно надежные и хорошо выраженные максимумы и минимумы (независимо от их длительности), отмеченные широкими стрелками на рис. 14.

Сравнение с соответствующими графиками для T Ori, RR Tau и RY Tau, сопоставленными между собой в нашей предыдущей статье [1], показывает, что кривая распределения суточных средних величин RW Aur (звезды спектрального класса G5e) сходна с аналогичной кривой для T Ori (спектрального класса A0e) и не похожа на кривую для RY Tau (спектрального класса G0e). Последняя, в свою очередь, больше напоминает кривую для RR Tau (спектрального класса A2e).

Таким образом, кривые распределения суточных средних величин переменных типа RW Aur не показывают однозначного соответствия со спектральным классом, характеризующим физические свойства звезды, и не могут, как нам представляется, служить для рациональной клас-

Таблица 1

Звезда сравнения	Спектр	m _{pg}	ОАА	Бейер	Яккима	Графф	Пирака	Энебо II	Энебо IV	Энебо V, VI	Энебо VIII	Энебо IX, XII	Приня- тые m _{vis}
BD + 30° 796	A0	8 ^m 73	—	—	—	8 ^m 7 <i>a</i>	8 ^m 3? <i>A</i>	—	—	—	—	—	8 ^m 73
BD + 30° 779	F5	9.69	—	8 ^m 93 <i>f</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	8.93
BD + 30° 790	A	9.10	—	—	9 ^m 05 <i>d</i>	—	—	—	—	—	—	—	9.05
BD + 30° 787	G0	9.6	9 ^m 37 <i>C</i>	9.41 <i>c</i>	9.31 <i>e</i>	9.6 <i>b</i>	8.7 <i>B</i>	8 ^m 8 <i>d</i>	8 ^m 7 <i>d</i>	8 ^m 7 <i>d</i>	8 ^m 9 <i>d</i>	8 ^m 9 <i>d</i>	9.38
BD + 29° 813	K5	11.0	9.63 <i>D</i>	9.80 <i>a</i>	9.55 <i>f</i>	9.7 <i>c</i>	8.7 <i>b</i>	8.9 <i>c</i>	8.9 <i>c</i>	8.9 <i>c</i>	9.2 <i>c</i>	9.2 <i>c</i>	9.70
BD + 30° 798	A0	10.02	10.04 <i>E</i>	—	10.15 <i>h</i>	—	9.1? β	—	9.2 <i>n</i>	9.2 <i>n</i>	9.4 <i>n</i>	9.4 <i>n</i>	10.05
Ox ph + 30° 9155	K2	10.8	—	—	—	—	—	—	—	9.4 <i>t</i> ₁	9.9 <i>t</i> ₁	9.9 <i>t</i> ₁	10.1
Ox ph + 30° 9135	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.2
BD + 30° 781	A2	10.0	—	—	—	—	9.0 δ	—	—	—	—	—	10.27
BD + 30° 780	—	—	—	—	—	—	9.3 γ	—	—	—	—	—	10.35
Ox ph + 30° 9154	—	—	—	—	—	—	—	—	9.5 <i>p</i>	—	—	—	10.4
Ox ph + 30° 9186	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.5 <i>p</i>	10.5 <i>p</i>	10.5 <i>p</i>	10.4
BD + 30° 797	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.5
BD + 30° 791	A0	11.0	—	—	—	—	9.5? α	—	—	9.5 <i>e</i>	—	—	10.5
Ox ph + 30° 8735	F8	11.0	10.51 <i>F</i>	10.54 <i>e</i>	—	—	9.5 <i>c</i>	9.5 <i>e</i>	9.5 <i>e</i>	9.6 <i>g</i>	10.7 <i>g</i>	10.7 <i>g</i>	10.5
Ox ph + 30° 8717	—	—	10.75 <i>G</i>	10.75 <i>m</i>	10.48 <i>g</i>	11.0 <i>d</i>	10.0 <i>e</i>	9.8 <i>g</i>	9.6 <i>g</i>	9.7 <i>b</i>	10.8 <i>b</i>	10.8 <i>b</i>	10.75
Ox ph + 30° 8707	—	—	—	10.97 <i>r</i>	10.52 <i>k</i>	10.4 <i>e</i>	9.7 <i>d</i>	10.0 <i>b</i>	9.7 <i>b</i>	10.4 <i>a</i> ₁	10.9 <i>a</i> ₁	10.9 <i>a</i> ₁	10.85
Anon.*	—	—	—	—	—	11.1 <i>f</i>	10.4 γ'	—	10.4 <i>a</i> ₁	—	11.1 <i>s</i>	—	11.05
Ox ph + 30° 8686	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.1 <i>s</i> ₁	11.05
Ox ph + 30° 8706	—	—	11.15 <i>H</i>	—	11.94 <i>l</i>	—	—	11.2 <i>m</i>	11.6 <i>m</i>	11.6 <i>m</i>	—	—	11.10
Ox ph + 30° 8736	—	—	—	—	—	—	—	—	10.7 <i>k</i>	10.7 <i>k</i>	—	—	11.3
Ox ph + 30° 8703	—	—	—	—	—	—	—	—	10.8 <i>f</i>	10.8 <i>f</i>	11.5 <i>f</i>	11.5 <i>f</i>	11.45
Ox ph + 30° 8708	—	—	11.53 <i>K</i>	—	—	11.4 <i>g</i>	10.7 δ'	10.2 <i>a</i>	—	—	—	—	11.53
Ox ph + 30° 8705	—	—	11.92 <i>L</i>	—	12.05 <i>m</i>	—	—	11.0 <i>h</i>	11.2 <i>h</i>	11.2 <i>h</i>	12.0 <i>h</i>	12.0 <i>h</i>	11.95
Anon.**	—	—	12.42 <i>M</i>	—	12.85 <i>n</i>	12.0 <i>h</i>	11.6 ϵ	—	—	11.6 <i>m</i> ₁	12.2 <i>m</i> ₁	12.2 <i>m</i> ₁	12.42

* 4^h58^m 0^s + 30° 3'(1855).

** 4 58 40 + 30 11.0 (1855).

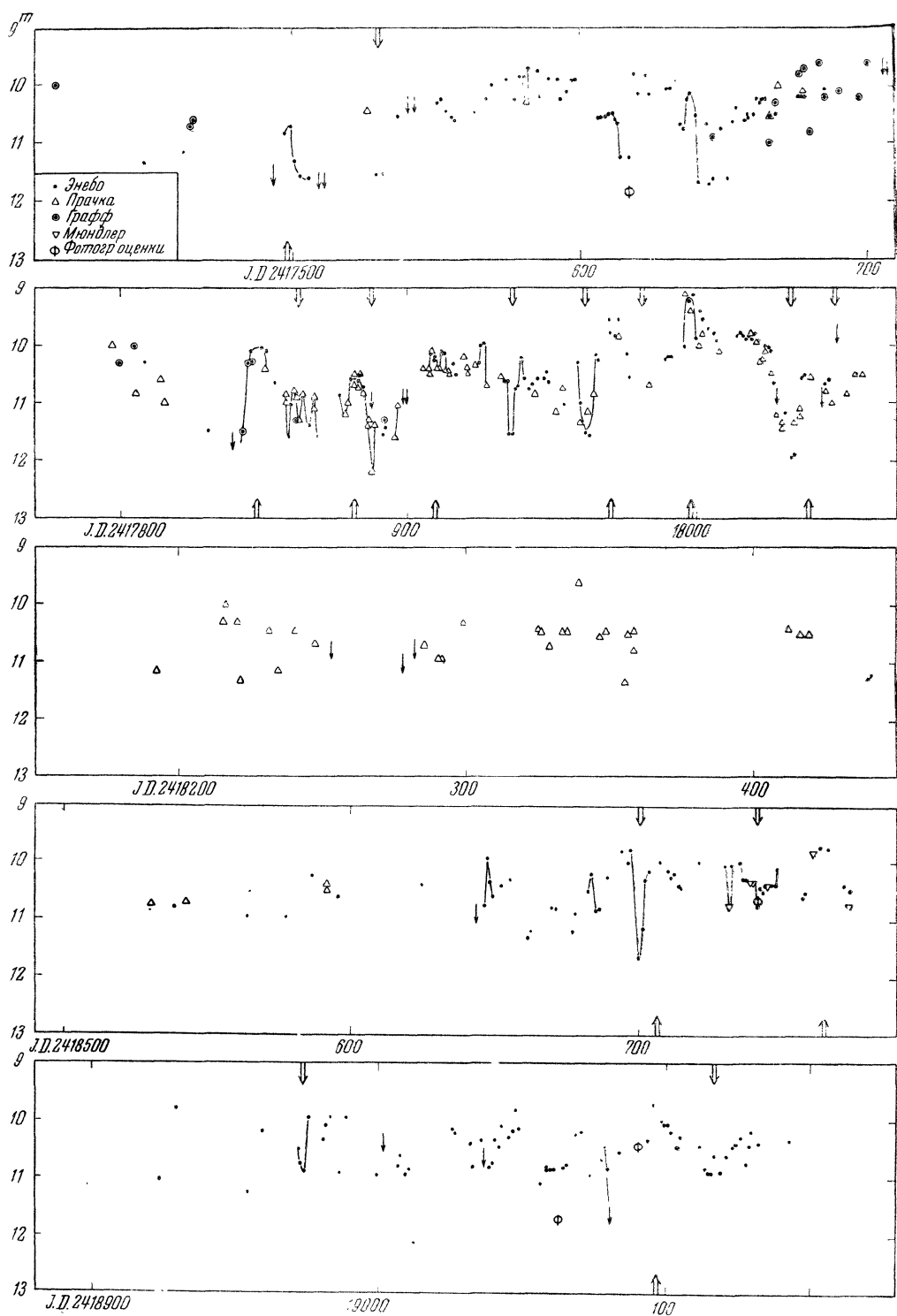


Рис. 14а.

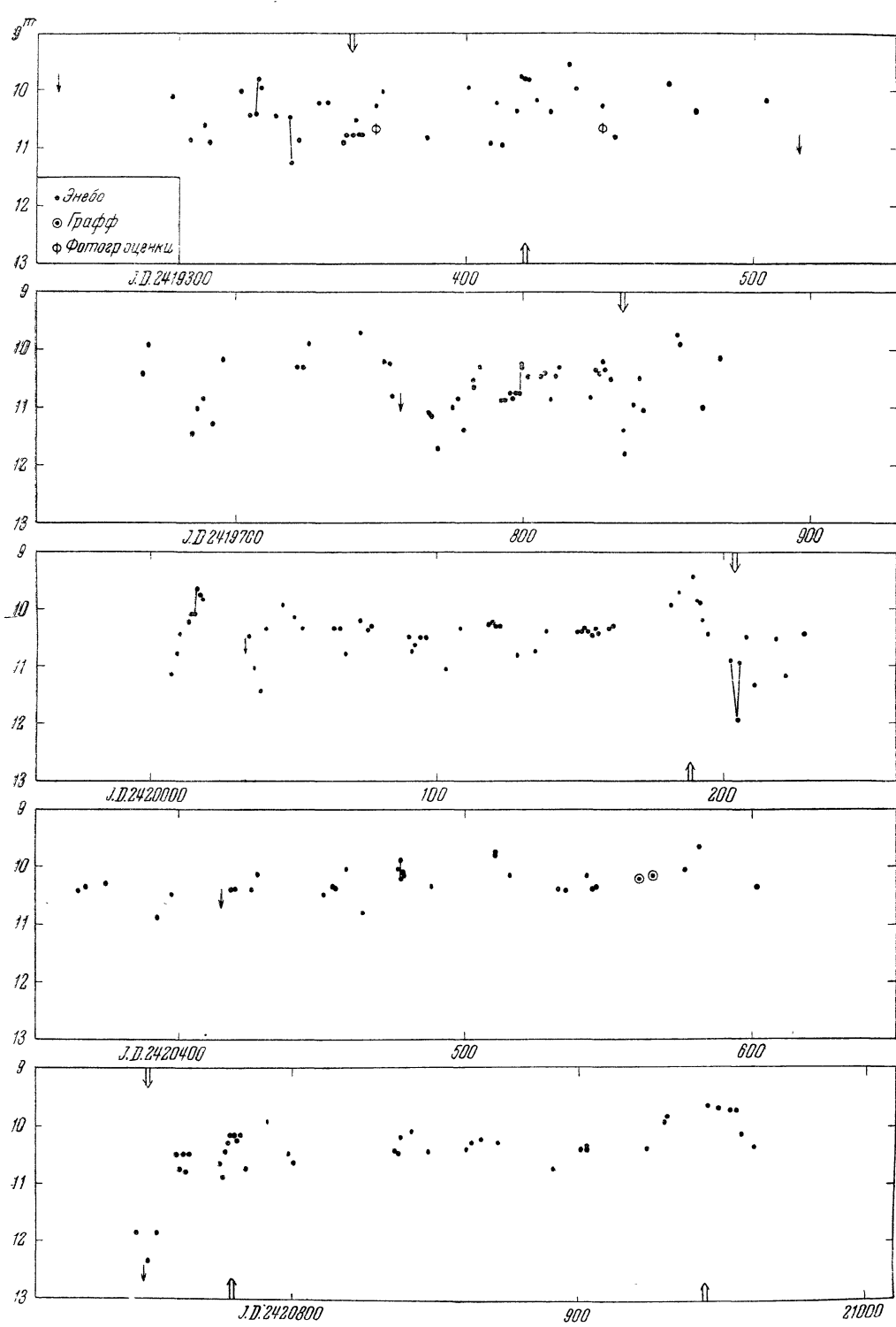


Рис. 146.

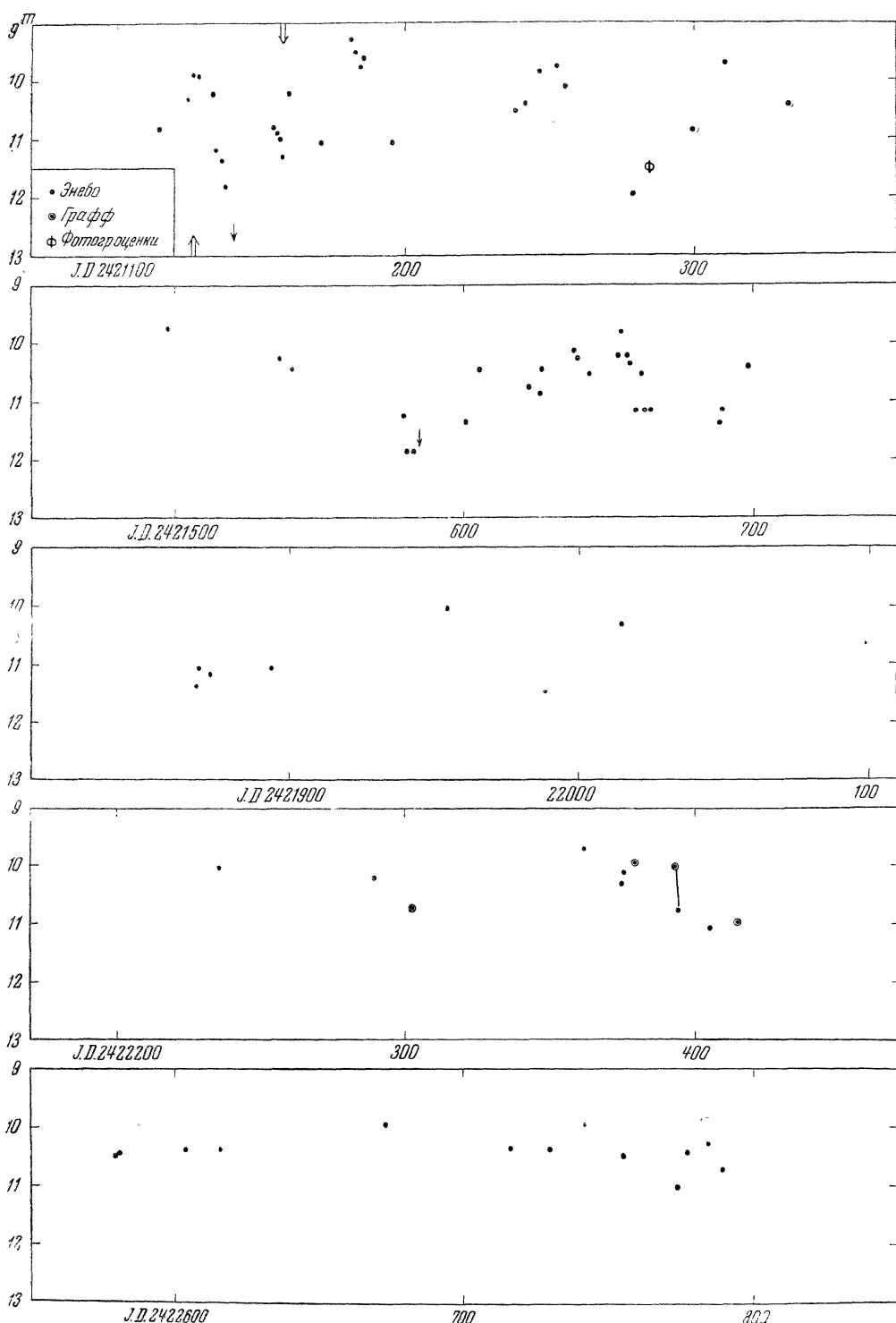


Рис. 14в.

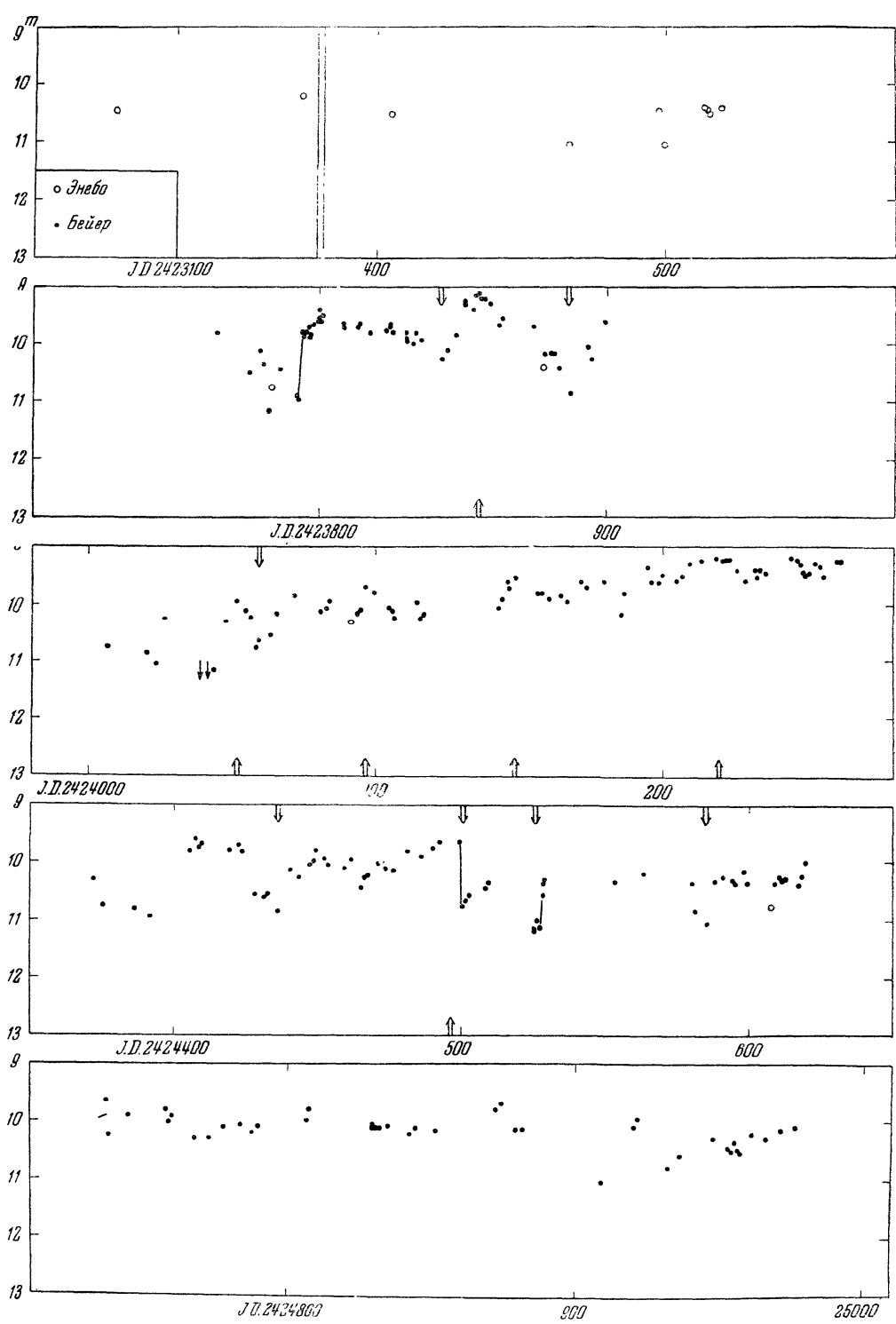


Рис. 14г.

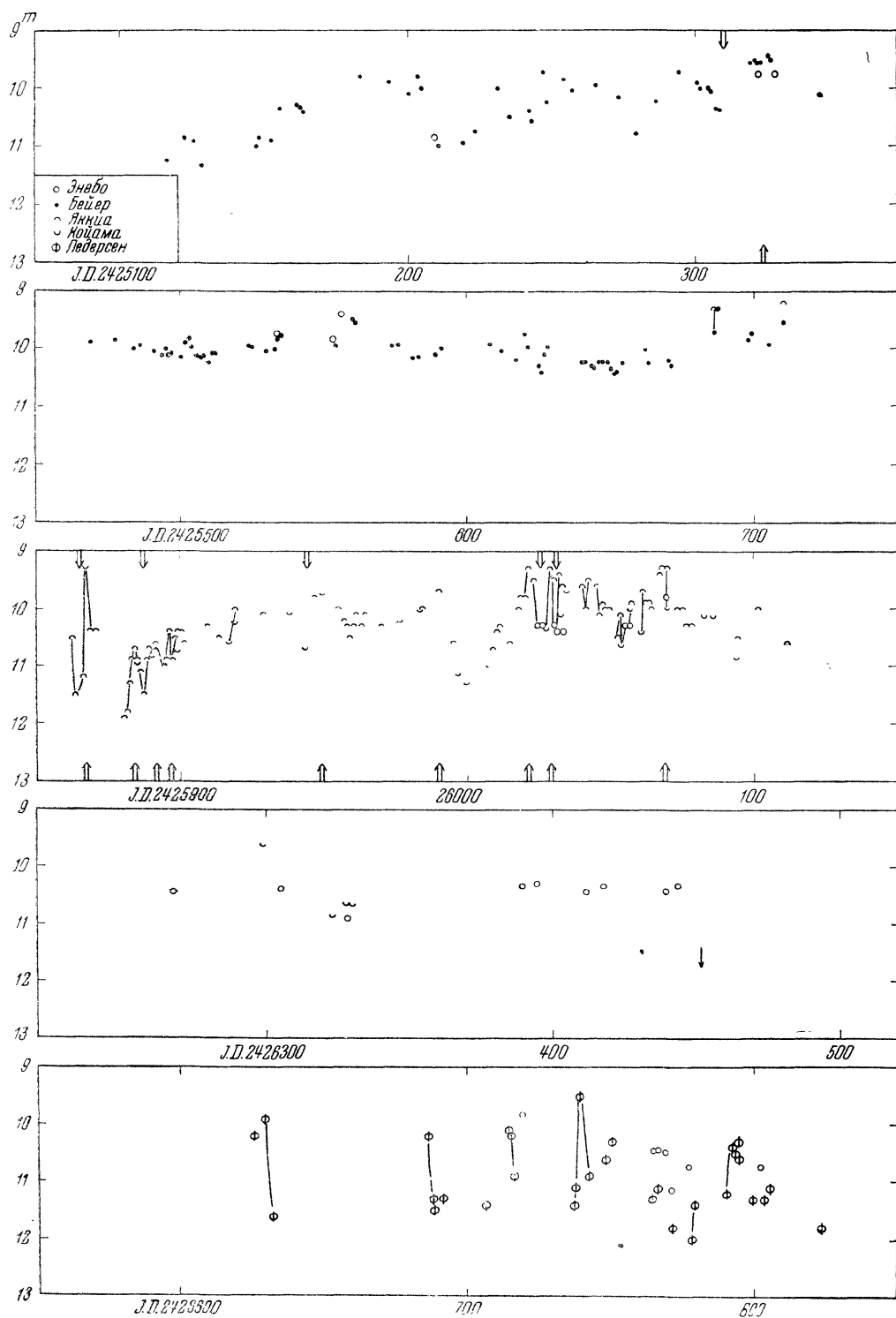


Рис. 14д.

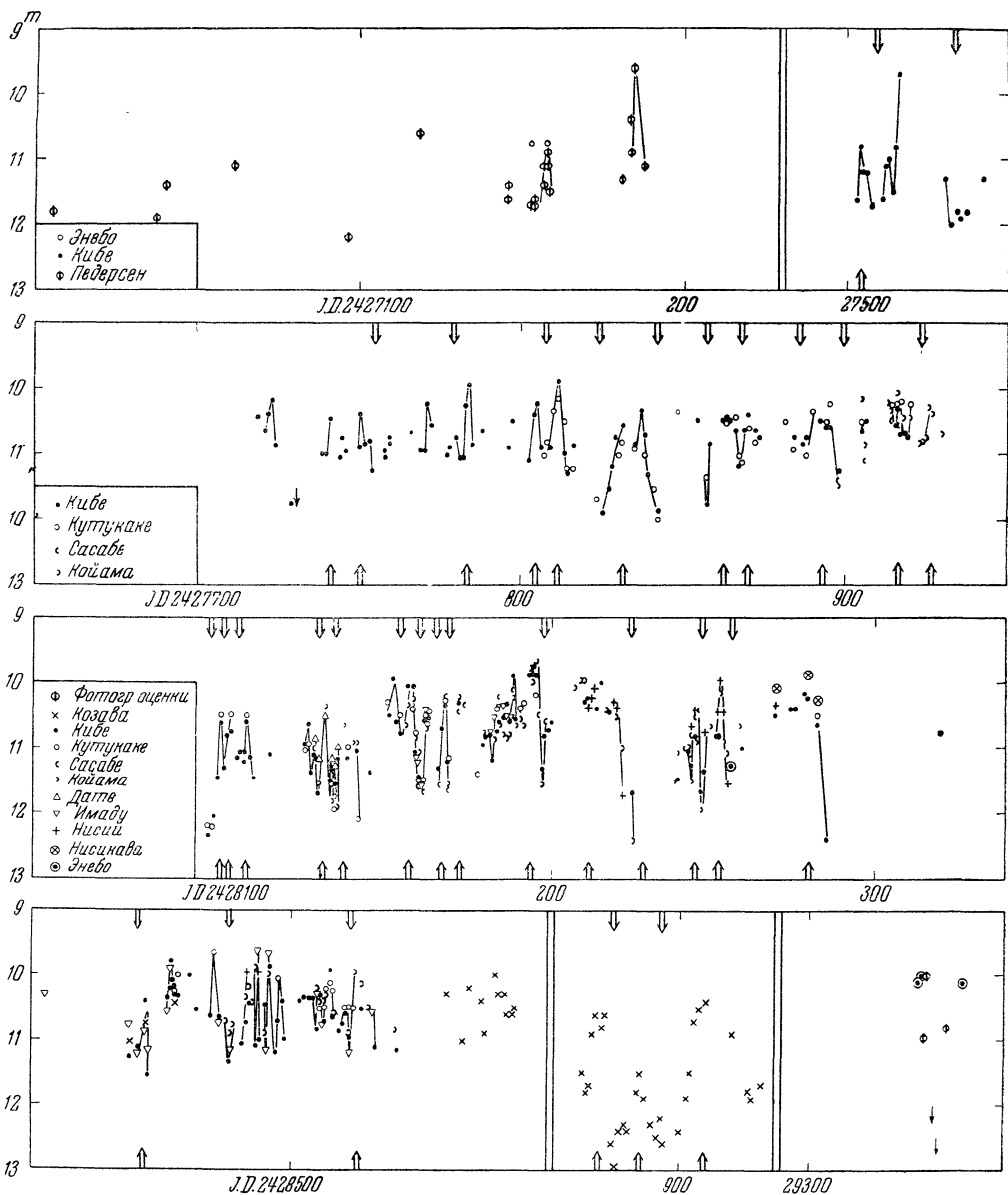


Рис. 14е.

Таблица 2

m	$n_{\text{макс.}}$	$n_{\text{мин.}}$	$n_{\text{сут. ср.}}$	m	$n_{\text{макс.}}$	$n_{\text{мин.}}$	$n_{\text{сут. ср.}}$
8 ^m 75—9 ^m 25	3	—	7	9 ^m 0—9 ^m 5	7	—	42
9.25—9.75	11	—	111	9.5—10.0	15	—	227
9.75—10.25	20	1	393	10.0—10.5	23	3	579
10.25—10.75	27	5	553	10.5—11.0	19	15	405
10.75—11.25	3	20	293	11.0—11.5	—	15	156
11.25—11.75	1	23	98	11.5—12.0	1	19	70
11.75—12.25	—	7	29	12.0—12.5	—	6	14
12.25—12.75	—	4	12	12.5—13.0	—	3	3
12.75—13.25	—	1	1	13.0—13.5	—	—	1
Сумма	65	61	1497		65	61	1497

сификации таких переменных. Мы считаем, что распределение суточных средних величин неправильной переменной может характеризовать лишь поведение звезды в данную эпоху. Не исключено, что с течением времени рассматриваемая неправильная переменная, не меняя своих физических характеристик, может существенно менять характер изменения своего блеска.

Мы произвели также 92 оценки блеска RW Aur на снимках, полученных на Москов-

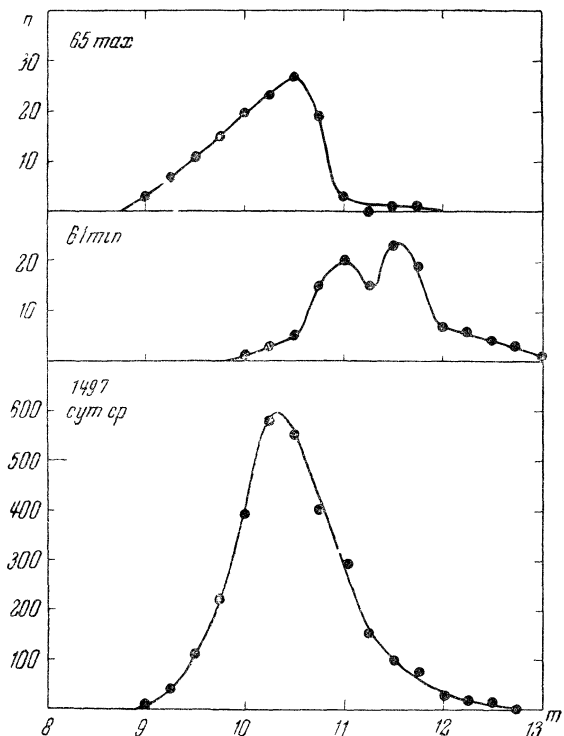


Рис. 15.

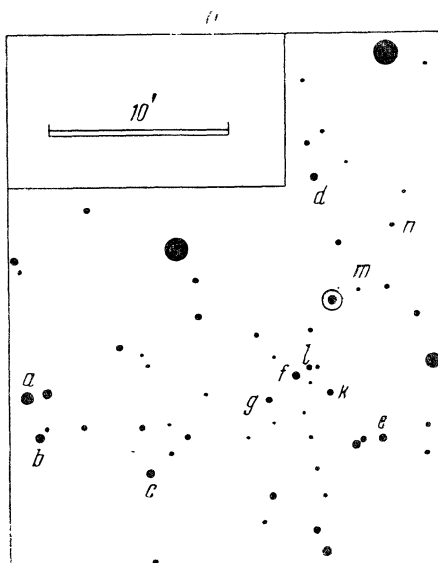


Рис. 16.

ской обсерватории с 1895 по 1955 гг. (J. D. 2413544—34769). Ниже приводятся интернациональные фотографические величины звезд сравнения, указанных на рис. 16.

*	IPg	Спектр	*	IPg
a	10 ^m 02	A0	g	12 ^m 22
b	10.64	K2	h	12.72
c	10.97	A7	i	13.20
d	11.19	F8	m	13.40
e	11.51	—	n	13.80
f	11.93	—		

Они определены путем привязки к звездам стандартной области SA 49. Наши наблюдения приведены в таблице 3.

Ранее часть этих пластинок была использована П. П. Паренаго^[28] для определения показателя цвета RW Aur путем сравнения фотографических оценок блеска с визуальными наблюдениями Энебо, приведенными к гарвардской шкале. Шкала величин звезд сравнения, принятых П. П. Паренаго, в основном согласуется с нашей шкалой. Имея в виду, что блеск звезды подвержен быстрым изменениям, достигающим, как показывают наши оценки, до 0^m.6 за 0^d.03, мы сочли возможным использовать для оценок показателей цвета лишь четыре эпохи, когда моменты визуальных и фотографических наблюдений различаются не

Т а б л и ц а 3

J. D. 24. . .	IPg	J. D. 24. . .	IPg	J. D. 24. . .	IPg	J. D. 24. . .	IPg
19544.370	10.56	29335.333	10.97	32950.442	13.56	33360.278	12.47
549.483	12.38	336.369	10.02	967.235	13.40	.304	12.47
14009.300	12.14	342.310	10.79	974.333	11.82	.330	12.5:
306.338	10.33	365.260	13.04	.377	11.51	361.309	12.22
15108.301	12.51	558.572	12.38	977.416	11.35	362.297	11.51
16869.185	12.47	559.510	12.80	33003.328	12.43	.324	11.51
872.215	12.47	588.496	11.27	005.355	11.90	381.283	11.75
901.250	10.45	615.343	10.97	006.320	11.86	647.291	13.00
902.224	10.97	688.216	10.64	177.471	12.09	689.267	11.96
17233.183	12.88	715.259	10.29	178.486	11.19	708.259	11.64
261.225	10.64	720.285	11.19	184.379	12.12	709.343	11.11
262.233	10.64	722.285	12.47	189.406	10.97	711.300	11.19
296.288	12.22	30072.236	11.51	212.446	11.51	718.325	11.98
617.308	11.87	073.306	10.29	214.509	11.51	733.342	11.94
18741.256	10.64	079.329	12.88	.535	11.77	740.282	13.30
19062.312	11.69	103.289	12.54	301.186	11.51	742.273	13.40
090.241	10.44	31475.267	12.72	329.221	10.64	951.501	10.97
368.410	10.64	32922.537	11.35	332.279	12.22	34038.301	11.51
447.250	10.64	923.587	11.5:	351.264	10.40	332.431	12.22
21284.270	11.5:	943.415	11.19	357.229	10.97	426.268	12.43
29283.405	12.43	.460	11.29	.329	11.19	480.255	11.19
285.446	13.80	943.510	11.4	358.367	11.86	681.462	10.02
286.318	13.40	950.332	13.40	360.250	11.86	769.295	10.02

более, чем на $0^d 2$. Сравнение данных *Педерсена* и *Энебо* позволяет найти еще пять значений показателя цвета. Все данные, относящиеся к определению показателей цвета, приведены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

J. D. 24...	m	CI	J. D. 24...	m	CI
17617.4	11 ^m 25	$\mathcal{E}$ } $+0^m62$	26771.4	11 ^m 15	$\mathcal{E}$ } $+0^m65$
.308	11.87	X }	.33	11.8	Π }
18741.4	10.74	$\mathcal{E}$ } -0.10	27152.4	10.8	$\mathcal{E}$ } $+0.9$
.256	10.64	X }	.39	11.7	Π }
19368.4	10.27	$\mathcal{E}$ } $+0.37$	27157.4	10.8	$\mathcal{E}$ } $+0.2$
.410	10.64	X }	.35	10.9	Π }
19447.3	10.25	$\mathcal{E}$ } $+0.39$	.41	11.1	Π }
.250	10.64	X }	27183.5	10.5	$\mathcal{E}$ } $+0.4$
26766.4	10.50	$\mathcal{E}$ } $+0.6$	.40	10.9	Π }
.32	11.1	Π }			

В столбце m даны величины с указанием обозначений авторов ($\mathcal{E}$ — *Энебо*, Π — *Педерсен*, X — *Холопов*).

Гапошкин [18], имевший в своем распоряжении 1476 фотографических (к сожалению, неопубликованных) оценок блеска, нашел, путем сравнения их с визуальными оценками *Бейера*, что средний показатель цвета звезды равен $+1^m08$, и отметил отсутствие корреляции его с блеском.

Однако, по нашим данным, такая корреляция существует. На рис. 17 показана зависимость показателя цвета от видимой фотографической величины звезды. Точки соответствуют нашим данным, кружки — данным *Педерсена*. Большое рассеяние точек на рис. 17 естественно при

той малой точности, с которой определены показатели цвета. Нет смысла точно определять вид зависимости показателя цвета от звездной величины по такому материалу, но можно считать, что с падением блеска в фотографических лучах на 1^m показатель цвета возрастает на 0^m6 .

Так как RW Aur является двойной системой [29], компоненты которой относятся к спектральным классам dG5e и dM0e, причем видимая визуальная величина более слабого компонента, по оценке *Джоя* и *Вилсона*, равна 11^m5 [30], т. е. не очень сильно отличается от средней величины более яркой звезды, следовало заранее ожидать возможности существования отмеченной корреляции. Заметим, кстати, что *Прачка* считал звезду бело-голубой или бело-желтой, а *Бейер* — желтоватой.

Блеск звезды меняется неправильно и почти непрерывно в пределах 9^m2 — 12^m5 vis, 9^m6 — 13^m6 pg. Максимумы и минимумы, как правило, острые.

Продолжительных остановок

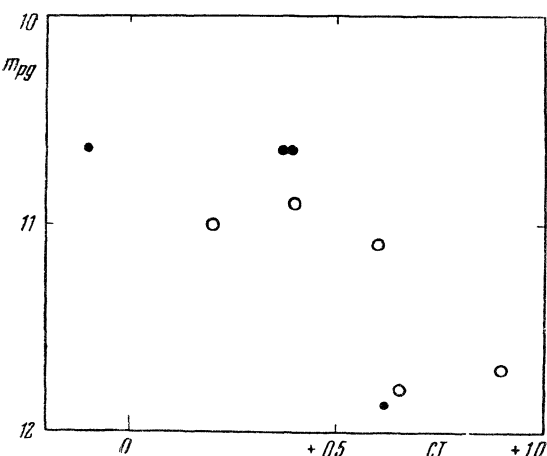


Рис. 17.

в изменении блеска не наблюдалось, если не считать трех десятидневных интервалов, когда звезда сохраняла блеск равным $\sim 10^m3$, и одного случая, когда, по свидетельству *Нейланда*, она находилась в глубоком минимуме (11^m3) в интервале J. D. 2425994—6004. Может быть, следует обратить внимание на то, что величина 10^m3 соответствует максимуму кривой распределения частот величин переменной.

Л и т е р а т у р а

1. П. Н. Холопов, ПЗ 10, 180, 1955.
2. W. Ceraski, AN 170, 339, 1906.
3. S. Enebo, Enebo II, 19, 1908; IV, 24, 1910; V, 20, 1911; VI, 11, 1912; VIII, 24, 1913; IX, 7, 1917; XII, 10, 1940.
4. L. Pračka, Pračka I, Heft 1, 25, 1909; Heft 2, 12, 1910.
5. M. Müндler, AN 189, 38, 1911.
6. K. Graff, AN 213, 165, 1921.
7. M. Beyer, Erg AN 8, C 71, 1930.
8. L. Jacchia, AN 240, 121, 1930; BZ 11, 89, 1929.
9. K. Kozawa, HA 104, 178, 1937; 107, 78, 1938; OAA Rep. № 1, 234, 1938.
10. S. Kibe, Kyoto Bull 290, 1934; OAA Rep. № 1, 234, 1938.
11. W. S. Houston, HA 107, 280, 1940.
12. A. Koyama, S. Kutukake, E. Sasabe, E. Date, H. Takai, I. Imadu, S. Nisi-i, H. Nisikawa, OAA Rep. № 1, 234, 1938.
13. H. N. Pedersen, AN 260, 11, 1936.
14. E. Leiner, VJS 63, 190, 1928; 66, 200, 1931.
15. A. A. Nijland, AN 235, 293, 1929; 238, 238, 1930; 242, 23, 1931; 245, 149, 1932; 249, 1, 1933; 252, 69, 1934.
16. E. Zinner, Erg AN 4, № 3, 1924; AN 224, 272, 1925.
17. P. Ahnert, MVS 109, 1947.
18. S. Gaposchkin, HA 118, № 16.
19. M. Luizet, AN 182, 103, 1909.
20. E. Zinner, AN 195, 456, 1913.
21. Dermul, Lyon Bull 12, 246, 1930.
22. М. В. Баранов, Eng Publ № 7, 8, 1913.

23. *E. Zinner*, Bamberg Veröff. 1, № 3, 1932.
24. *S. Enebo*, Enebo III, 15, 1909.
25. *S. J. Hill, J. Schilt*, Rutherford Contr. № 32, 1952.
26. *A. J. Cannon*, HA 100, № 5, 1931.
27. *L. Pračka*, AN 177, 75, 1908.
28. *П. П. Паренаго*, ПЗ 4, 222, 1933.
29. *A. H. Joy, G. van Biesbroeck*, PASP 56, 123, 1944; *A. H. Joy*, ApJ 102, 168, 1945.
30. *A. H. Joy, R. E. Wilson*, ApJ 109, 231, 1949.

Астрономический Совет
АН СССР.
Москва, июнь 1955 г.
