

Г. С. Бадалян

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ЦВЕТА ЗВЕЗД ТИПА Т ТЕЛЬЦА

За последние годы В. А. Амбарцумян дал фундаментальный анализ наблюдающегося у ряда нестационарных объектов явления непрерывной эмиссии, связанного с процессами выделения внутризвездной энергии [1]. Исходя из актуальности этой проблемы, мы нашли целесообразным произвести двухцветные фотографические наблюдения некоторых неправильных переменных звезд типа Т Тельца.

В этой статье приводятся результаты колориметрических наблюдений Т Тельца, UX Тельца, RY Тельца и AG Дракона.

Наблюдения были выполнены, начиная с 8 августа 1954 г., с помощью двойного астрографа Бюраканской обсерватории.

Для определения фотографических звездных величин были использованы пластинки „Ильфорд зенит“, а для фотовизуальных величин — „Ильфорд HP3“ с желтым светофильтром, пропускающим начиная от λ 4800 Å. Звездные величины звезд сравнения определены привязкой к звездам Северного Полярного Ряда. Измерения негативов производились на объективном микрофотометре Цейсса. Среднее квадратичное отклонение звездных величин в фотографических лучах звезд сравнения равнялось $\pm 0^m 05$, а в фотовизуальных $\pm 0^m 06$.

Звезда Т Тельца. Переменность звезды Т Тельца, как известно, в 1852 г. открыл Хайнд. Вокруг этой звезды бы-

ла обнаружена переменная кометообразная туманность NGC 1550 („туманность Хайнда“).

Интересно отметить, что блеск этой звезды, согласно сводной кривой, составленной А. М. Лозинским [2], претерпевал сильные изменения, доходящие до четырех и больше звездных величин (от $9^m 0$ до $13^m 5$) в эпоху J.D. 2400000—2421000. Начиная с J.D. 2421000, изменения блеска были незначительными.

По данным Джоя [3], звезда Т Тельца с 1940 до 1944 г. имела постоянную яркость, примерно $9^m 0$, за исключением одного случая, когда 4 декабря 1942 г. яркость ее была равна $10^m 0$. Спектральный тип Т Тельца dGe5, абсолютная величина в системе Моунт Вилсон $+5^m 0$.

На протяжении 1954—1956 гг. удалось измерить блеск звезды Т Тельца на 26 парах снимков в фотографических и фотовизуальных лучах. Карта окрестности Т Тельца изображена на рис. 1. Звездные величины звезд сравнения в

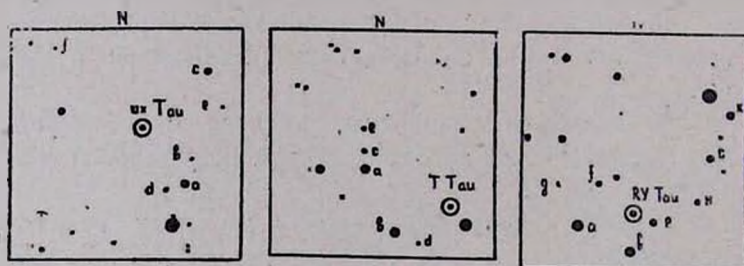


Рис. 1.

фотографических и фотовизуальных лучах приведены в табл. 1.

Полученные фотографические и фотовизуальные величины, а также показатели цвета, приведены в табл. 2.

По нашим наблюдениям, блеск Т Тельца в эту эпоху колебался от $10^m 50$ до $11^m 5$ в фотографических лучах и от $9^m 83$ до $10^m 20$ в фотовизуальных. Таким образом, изменение блеска в визуальных лучах незначительно. Показатель цвета колебался в интервале от $0^m 61$ до $1^m 39$. Из данных табл. 2 следует также, что ослабление блеска Т Тельца в фотографических лучах сопровождается увели-

Таблица 1

Звезды сравнения Т Тельца				Звезды сравнения UX Тельца			
звезда	m _{pg}	m _{pv}	CI	звезда	m _{pg}	m _{pv}	CI
a	^m 9.88	^m 9.73	+0.15	a	^m 9.98	^m 10.13	-0.15
b	10.74	10.25	+0.49	b	11.24	10.37	+0.87
c	11.35	10.62	+0.73	c	12.27	10.62	+1.65
d	11.75	10.80	+0.95	d	12.09	10.80	+1.29
e	11.15	10.32	-0.83	e	11.79	10.87	+0.92
				f	12.55	11.10	+1.45

Таблица 2

J. D.	Т Тельца			UX Тельца		
	m _{pg}	m _{pv}	CI	m _{pg}	m _{pv}	CI
2434979.448	^m 10.77	^m 9.93	^m 0.84	^m 12.30	^m 10.52	^m 1.78
981.510	10.90	10.10	0.80	12.47	10.80	1.67
990.444	10.90	9.97	0.93	11.73	10.70	1.03
992.441	10.93	10.00	0.93	12.33	10.83	1.50
995.542	10.70	10.03	0.67	12.00	10.77	1.23
2435014.362	10.60	9.87	0.73	12.08	10.70	1.38
015.404	10.50	9.89	0.61	12.10	10.90	1.20
015.452	10.67	9.80	0.77	12.07	—	—
016.379	11.09	10.00	1.09	12.18	10.56	1.02
017.365	11.10	10.00	1.10	11.63	10.70	0.93
021.267	11.07	10.00	1.07	12.27	10.60	1.67
022.427	10.49	9.79	0.52	12.20	10.65	1.55
023.552	10.65	10.00	0.65	12.25	10.63	1.62
125.235	11.07	10.03	1.04	12.13	10.92	1.21
126.280	11.03	9.87	1.16	12.07	10.52	1.55
127.274	10.80	10.10	0.80	12.07	10.50	1.57
128.245	10.89	10.00	0.89	12.40	10.53	1.87
188.514	11.47	10.13	1.34	11.73	10.56	1.17
190.483	11.20	10.10	1.10	—	—	—
240.333	11.07	10.10	1.97	(13)	10.93	(2.07)
243.331	11.10	10.10	1.10	11.50	10.67	0.83
244.357	11.13	10.20	0.93	11.73	—	—
246.371	11.20	10.17	1.03	11.70	10.56	1.14
249.266	10.87	10.20	0.77	11.63	10.63	1.00
306.351	11.50	10.11	1.39	12.18	10.80	1.38
308.261	11.27	10.07	1.20	11.80	10.73	1.07

чением показателя цвета. Например, когда фотографические звездные величины были равны $11^m 50$, $11^m 47$, $10^m 70$ и $10^m 50$, показатель цвета был равен $1^m 37$, $1^m 34$, $0^m 67$ и $0^m 61$ соответственно. Из этих данных вытекает, что изменение цвета Т Тельца обусловлено главным образом изменением фотографических величин.

Возрастание показателя цвета при убывании фотографической величины, как известно, установлено также у звезды Т Ориона [4]. Такой же результат получен нами в отношении AG Дракона.

Звезда UX Тельца ($BD + 17^\circ 736$). Переменность UX Тельца в 1917 г. открыл Лока [5]. Фотографические наблюдения были произведены П. П. Паренаго [6] и другими. Было установлено, что блеск UX Тельца колебался в интервале от $10^m 5$ до $13^m 4$ в фотографических лучах. Согласно ряду наблюдений на Маунт Вилсоне с 1941 по 1944 г. UX Тельца имела блеск порядка $10^m 5$ в визуальных лучах.

Звезда UX Тельца является тесной двойной системой, слабый компонент которой является красным карликом, имеющим визуальный блеск 13^m . Расстояние между компонентами равняется $5''.7$ [3].

Полученные нами фотографические и фотовизуальные величины и показатели цвета UX Тельца приведены в табл. 2, а звездные величины звезд сравнения в табл. 1. Карта окрестности UX Тельца изображена на рис. 1.

Наши измерения на 23 парах снимков показали, что блеск UX Тельца в фотографических лучах колебался в интервале от $11^m 50$ до 13^m (табл. 2). В скобках приведено предельное значение звездной величины, когда звезда не была видна. В фотовизуальных же лучах изменение блеска было незначительным — от $10^m 50$ до $10^m 93$.

Показатель цвета UX Тельца колеблется в пределах от $0^m 83$ до $2^m 07$, и это сопровождается параллельным изменением фотографических величин. По данным Джоя [3], показатель цвета UX Тельца был $+1^m$. Но, к сожалению, мы не имеем данных о блеске звезды для этого времени, чтобы сравнить с нашими результатами.

Звезда RY Тельца. Начиная с 1921 г. до настоящего времени разными авторами произведено около 1360 наблюдений звезды RY Тельца, но не определены изменения цвета, необходимые для установления характера изменений ее блеска. Известно лишь, что по измерениям Коллинса показатель цвета RY Тельца равен $+0^m.93$, но неизвестно, какой фазе блеска соответствует это значение [7].

П. Н. Холопов [8] на основании всех наблюдательных материалов сделал сводный анализ и выяснил, что характер изменений блеска RY Тельца со временем меняется. Блеск звезды в визуальных лучах колеблется от $8^m.6$ до $10^m.0$, а в фотографических — от $10^m.1$ до $12^m.3$; последнее относится к промежутку времени от J. D. 2416869 до J. D. 2434769.

По данным каталога Биделмана, спектр RY Тельца меняется в пределах от dF8e до dG2e.

Начиная с осени 1954 г. по осень 1956 г., нами было получено 15 пар снимков для фотографических и фотовизуальных лучей одновременно.

Звездные величины звезд сравнения приведены в табл. 3. Поскольку использованные нами звезды сравнения

Таблица 3

Звезды сравнения	Бадалян			Холопов и Адольфсон	Спектр
	m_{pg}	m_{rv}	CI	m_{pg}	
a	8.62	8.32	$+0.30$	8.74	A ₂
b	9.70	3.90	$+0.80$	9.76	G ₃
c	10.62	8.46	$+0.17$	10.50	A ₀
e	11.35	9.25	$+2.10$	11.38	K ₂
k	10.47	8.68	$+1.79$	—	—
i	12.04	—	—	11.92	F ₅
g	12.38	—	—	12.36	A ₀
h	12.03	—	—	—	—

в большинстве случаев те же, что и у П. Н. Холопова и Адольфсона [8], в табл. 3 приведены также их усредненные звездные величины звезд сравнения. Карта окрестности RY Тельца изображена на рис. 1. Полученные фотографические и фотовизуальные величины и показатели цвета RY Тельца приведены в табл. 4. Из этих данных следует, что

изменение блеска в основном происходит в фотографических лучах — от 10^m 93 до 12^m 17. Изменение блеска в фотовизуальных лучах — от 10^m 07 до 10^m 47, т. е. фотографическая амплитуда втрое больше фотовизуальной.

Показатель цвета изменяется в интервале от 0^m 70 до 1^m 68. Увеличение показателя цвета сопровождается ослаблением блеска в фотографических лучах.

Таблица 4

J. D.	m _{pg}	m _{pv}	CI	J. D.	m _{pg}	m _{pv}	CI
2434979.420	11.23 ^m	—	—	2435394.313	11.80 ^m	10.40 ^m	1.40 ^m
2435013.434	11.10 ^m	10.07 ^m	1.03 ^m	395.339	11.83	10.40	1.43
016.395	11.27	10.27	0.94	397.357	12.03	10.35	1.68
022.292	11.93	10.13	0.80	399.297	11.80	10.30	1.50
126.239	—	10.17	—	427.365	—	—	—
127.274	11.70	10.30	1.40	745.351	12.17	10.47	1.70
128.351	11.77	10.27	1.50	748.319	11.99	10.47	1.52
339.317	11.33	10.10	1.23	748.361	12.03	10.45	1.58
393.316	11.80	10.40	1.40	751.493	12.00	—	—
393.376	11.70	10.30	1.40				

Звезда AG Дракона (BD + 67°922). Исследованием этой звезды впервые занимались Янсен и Высотский в 1943 г. [9]. Они заметили эмиссионные линии водорода и гелия в ее спектре. В том же году Вилсон обнаружил в ее спектре эмиссионные линии водорода, нейтрального и ионизованного гелия [10]. В 1952 г. Роман обнаружила сильные изменения в спектре этой звезды [11].

Интерес к этой звезде особо возрос после того, как В. А. Амбарцумян в 1954 г. выступил с соображениями, говорящими о том, что звезда AG Дракона, вероятно, является неправильной переменной типа Т Тельца.

А. С. Шаров, обрабатывая 30 наблюдений этой звезды, установил ее переменность с амплитудой примерно 2^m 0 [12]. А. Д. Бериев, обработав 155 наблюдений, охватывающих период 1941—1955 гг., получил для фотографической амплитуды изменения блеска этой звезды значение, равное около 2^m 5 (от 8^m 9 до 11^m 4) [13].

По данным Венцеля, основанным на обработке 210

наблюдений, изменение блеска в фотографических лучах произошло в интервале от $9^m 1$ до $11^m 2$ [14]. В. П. Цесевичем определены показатели цвета на 27 парах негативов, полученных с 1951 г. [15].

В Бюраканской астрофизической обсерватории в последние годы нами были получены 54 пары снимков в фотографических и фотовизуальных лучах.

В табл. 5 приведено сравнение фотографических звездных величин звезд сравнения, определенных независимо В. Венцелем [14] и нами [16] (в таблице все звезды, кроме одной, обозначены разными буквами). Разница находится в пределах ошибок наблюдений.

Полученные фотографические и фотовизуальные величины, а также показатели цвета, приведены в табл. 6. Из этих данных следует, что в рассматриваемом промежутке времени изменение блеска AG Дракона происходит в пределах от $10^m 17$ до $11^m 37$ —в фотографических лучах—и от $9^m 05$ до $9^m 57$ —в фотовизуальных. Часто, в случае

близких друг к другу эпох, звезда AG Дракона имеет почти постоянный блеск, а иногда, в течение нескольких суток и даже за более короткий промежуток времени, уже наблюдается значительное изменение блеска в фотографических лучах.

Показатели цвета AG Дракона меняются от $0^m 80$ до $1^m 80$; эти изменения обусловлены, в основном, изменениями фотографической величины.

В марте 1952 г. Роман определила фотоэлектрические звездные величины и показатель цвета AG Дракона в системе Джонсона [11]. Для визуальной величины она получила $9^m 44$, а показатель цвета В—У (синий—желтый) равен $+0^m 88$. Интересно отметить, что примерно такая же оценка звездных величин и показателя цвета в фотографических и фотовизуальных лучах получена нами по наблюдениям в августе 1954 г. В момент одного наблюдения AG Дракона фотовизуальная звездная величина была равна $9^m 37$, а по-

Таблица 5

Венцель	Бадалян
$a \ 10.18$	$a \ 10.28$
$c \ 10.80$	$b \ 10.81$
$b \ 10.65$	$d \ 10.75$
$x \ 9.68$	$e \ 9.72$

казатель цвета $+0^m.80$. Все это показывает, что изменения блеска AG Дракона имеют весьма неправильный характер.

Таблица 6

J.D.	m_{pg}	m_{pv}	CI	J.D.	m_{pg}	m_{pv}	CI
	—	m 9.05	—	2435342.337	m 10.78	m 9.31	m 1.47
2434990.323	m 10.16	9.13	m 1.03	343.316	10.55	9.26	1.29
990.344	10.17	9.37	0.80	345.370	10.78	9.23	1.55
991.347	10.43	9.30	1.13	345.389	10.78	9.23	1.55
992.361	10.34	9.15	1.19	391.170	10.21	9.40	1.81
2435014.224	10.44	—	—	395.193	11.80	9.50	1.30
014.331	10.78	—	—	400.205	10.97	9.44	1.53
015.274	10.63	9.25	1.38	401.236	10.82	9.44	1.38
016.319	10.65	9.26	1.39	427.167	10.95	9.40	1.55
017.278	10.68	9.36	1.32	427.191	10.90	9.40	1.50
068.191	10.60	9.40	1.20	428.192	10.95	9.48	1.47
128.368	11.13	9.55	1.58	429.201	—	9.52	—
306.361	10.81	9.46	1.35	430.245	10.93	9.48	1.45
307.392	11.01	9.49	1.52	639.185	10.65	9.27	1.38
309.392	11.25	9.45	1.80	652.304	10.95	9.31	1.64
314.396	11.05	9.39	1.63	652.325	10.93	9.28	1.65
315.347	10.81	9.40	1.41	657.359	10.90	9.42	1.48
329.333	10.65	9.47	1.18	657.366	10.92	9.38	1.54
330.303	10.97	9.30	1.67	659.367	10.85	9.42	1.43
333.320	11.07	9.50	1.57	658.381	10.89	9.45	1.44
334.278	10.30	9.33	0.97	660.340	10.80	9.40	1.40
334.358	11.21	9.57	1.64	660.355	10.80	9.40	1.40
337.285	10.58	9.30	1.28	661.328	10.85	9.35	1.50
337.298	10.87	9.44	1.43	664.403	10.75	9.38	1.37
338.373	10.80	9.55	1.35	749.243	10.86	9.40	1.46
339.373	10.71	9.39	1.32	757.187	11.37	9.53	1.44
341.329	11.75	9.50	1.25	2436089.271	11.25	—	—

Обсуждение результатов. Для установления природы изменения блеска и цвета звезд типа Т Тельца полученные результаты представлены в виде сопоставлений фотовизуальной величины с фотографической величиной на рис. 2, где по оси абсцисс отложены фотографические величины, а по оси ординат фотовизуальные. С целью сравнения, такой же график, по данным работы П. П. Паренаго [4], построен для Т Ориона (рис. 3). Из обоих графиков видно, что зависимости между фотографическими и фотовизуальными звездными величинами для исследованных нами звезд типа Т Тельца и для Т Ориона сходны.

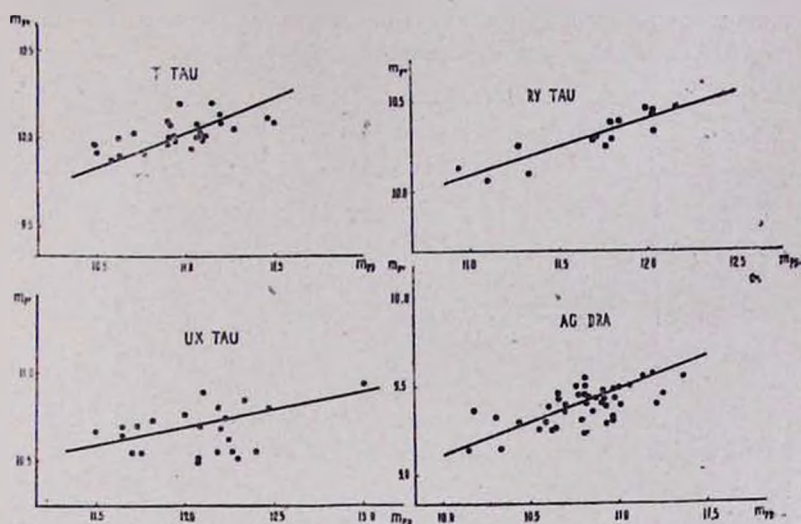


Рис. 2.

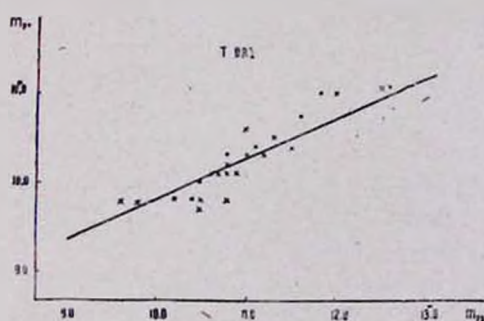


Рис. 3.

Из рис. 2 и 3 видно, что в рассматриваемом промежутке времени изменение блеска в фотовизуальных лучах мало.

Наблюдаемая амплитуда изменения в фотовизуальных лучах для AG Дракона, Т Тельца, UX Тельца и RY Тельца не превосходит $0^m.52$, а амплитуда изменений в фотографических лучах больше фотовизуальной примерно в 3 раза.

Отношение фотографических и фотовизуальных амплитуд для рассмотренных нами звезд, а также для XZ Тельца [17], приведено в табл. 7.

Таблица 7

Звезда	Фотограф. амплитуда	Фотовиз. амплитуда	Фотограф. амплитуда фотовиз. амплитуда
T Tau	$10.49^m - 11.47^m$	$9.86^m - 10.20^m$	3.1
UX Tau	$11.50 - 13$	$10.50 - 10.93$	3.5
XZ Tau	$10.70 - 12.00$	$10.20 - 10.67$	2.5
RY Tau	$10.93 - 12.17$	$10.07 - 10.47$	3.1
AG Dra	$10.17 - 11.37$	$9.05 - 9.57$	2.4

Однако следует учесть, что некоторая часть каждой из амплитуд, приведенных в табл. 7, обусловлена случайными ошибками в оценках блеска, которые можно принять не больше $0^m.1$. Эта ошибка относительно сильнее действует на определение фотовизуальных величин, искусственно завышая амплитуды их изменений. Поэтому реальное отношение фотографических и фотовизуальных амплитуд может быть еще больше, чем вышеуказанные.

Так как изменения блеска этих звезд в визуальных лучах незначительны, то можно было сомневаться в реальности изменений блеска в этих лучах. Однако, как показывают графики рис. 2, в каждом случае имеется некоторая корреляция между фотографическими и фотовизуальными величинами, что является доказательством реальности наблюдаемых небольших амплитуд в фотовизуальных лучах.

Поскольку при чисто тепловых изменениях блеска отношение фотографической амплитуды к визуальной должно быть около 1.3, то полученные высокие значения отношения вышеупомянутых амплитуд звезд говорят о том, что наблюдаемое излучение сильно отклоняется от теплового. Эти изменения в фотографических лучах, по-видимому, обусловлены, в основном, явлением непрерывной эмиссии, что находится в согласии с концепцией В. А. Амбарцумяна.

Следует отметить, что в рассматриваемом аспекте звезда AG Дракона похожа на звезды типа T Тельца.

Необходимо отметить, что некоторые из этих звезд являются тесными двойными, слабый компонент которых представляется красным карликом. Поскольку спутники обычно слабые, можно принять, что они не всегда могут играть существенную роль в изменении суммарного цвета системы.

Например, UX Тельца является двойной системой, слабый компонент которой в визуальных лучах имеет $13^m.3$. Суммарная же фотовизуальная величина по нашим наблюдениям изменяется в пределах от $10^m.50$ до $10^m.93$. Вычисления показывают, что влияние красного компонента на изменение цвета UX Тельца незначительно и в минимуме составляет $0^m.17$. Однако, если компонент довольно яркий, как, например, в случае RW Возничего, UY Возничего и UZ Тельца (визуальные величины слабых компонент этих звезд равны: $11^m.5$, $12^m.0$ и $13^m.3$ соответственно), то его влияние на изменение суммарного цвета может быть значительным.

Из данных Джоя [3] можно заключить, что слабые компоненты нескольких звезд типа Т Тельца, по-видимому, также переменные. В самом деле, визуальная звездная величина, например, тесной двойной системы UY Возничего по наблюдениям в разные эпохи получалась $11^m.5$ — $12^m.5$, в то время, когда визуальная величина слабой компоненты (спектральный класс dM3e [18]) равна 12^m . Но при постоянной яркости слабая компонента не может быть ярче, чем суммарная яркость данной системы в эпохе минимума. Следовательно, можно предполагать, что спутник также переменный.

Суммарная визуальная величина системы UZ Тельца в разные эпохи изменения блеска менялась в пределах $11^m.7$ — $14^m.9$, а визуальная величина спутника (спектральный класс dM3e [18]) равна $13^m.3$. Получается, что здесь спутник примерно на одну звездную величину ярче, чем суммарная яркость системы в минимуме.

Точность определения звездных величин этих звезд и их спутников недостаточно высокая, тем не менее, на основании приведенных данных можно предположить, что

компоненты вышеупомянутых звезд, по-видимому, также являются переменными. Наличие ярких линий в спектрах этих компонент дает основание предполагать, что характер переменности их блеска, по-видимому, подобен звездам типа Т Тельца.

Необходимо отметить, что спутник DD Тельца, как впервые заметил Химпель, также переменный. Переменность этого спутника подтвердил П. Н. Холопов [19] и отнес его к типу Т Тельца.

Поскольку затронутый здесь вопрос представляет большой интерес с точки зрения исследования изменения природы цвета и выяснения закономерностей непрерывной эмиссии и теплового излучения звезд типа Т Тельца, следует считать желательным проведение дальнейших наблюдений этих звезд и их спутников.

Май, 1956

2. Ս. ԲԱԴԱԼՅԱՆ

Տ ՅՈՒԼԻ ՏԻՊԻ ԱՍՏՂԵՐԻ ԳՈՒՅՆԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ներկա աշխատության նպատակն է երկգույն գիտումների միջոցով հետազոտել Տ Յուլի տիպի աստղերի գույնի փոփոխությունը, կախված նրանց պլաժառույթյան փոփոխությունից: Պետք է հուսալ, որ նման հետազոտությունները հնարավորություն կտան պարզաբանել այդ աստղերի անընդհատ էմիսիայի և ջերմային ճառագայթման փոփոխման բնույթն ու օրինաչափությունները: Այդ նպատակով կատարված է Տ Յուլի տիպի մի քանի աստղերի երկգույնի զուգահեռ գիտումներ՝ լուսանկարչական և լուսատեսողական ճառագայթներով:

Մեր գիտումներից Տ Յուլի, UX Յուլի, RY Յուլի և AG Մոդեսի աստղերի վերաբերյալ ստացված արդյունքները բերում են այն հետևություն, որ այդ աստղերի պլաժառույթունը հիմնականում փոփոխվում է լուսանկարչական և մասամբ էլ վիզուալ

ճառագայթներում: Նորմալ ջերմալիճ ճառագայթման դեպքում, ինչպես հայտնի է, լուսանկարչական և վիզուալ ամպլիտուդների հարաբերությունը պետք է լինի 1.3, մինչդեռ դիտումները T Ցուլի, UX Ցուլի, RY Ցուլի և AG Մոդիսի համար այդ հարաբերության համար տալիս են համապատասխանաբար 3.1, 3.5, 3.1 և 3.3: Այս տվյալները հաստատում են, որ իրոք T Ցուլի տիպի աստղերի պայծառության և գույնի փոփոխությունը հիմնականում պայմանավորված է անընդհատ էմիսիայի երևույթով:

Բննարկված է T Ցուլի տիպի մի քանի անկանոն փոփոխական աստղերի արբանյակների ազդեցությունը սխտեմի գումարալին գույնի փոփոխման վրա: Հավանաբար այդ արբանյակները փոփոխական են և իրենց պայծառության փոփոխման բնույթով նման են T Ցուլի տիպի աստղերին:

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Амбарцумян, Сообщ. Бюраканской обсерв., вып. XIII, 1954.
2. А. М. Лозинский, ПЗ, 7, 2 (68), 76, 1950.
3. А. N. Joy, Ap. J., 102, 168, 1945.
4. П. П. Паренаго, Труды ГАИШ, XXV, 1954.
5. H. Lock, Harvard Circ., № 201, 1918.
6. П. П. Паренаго, Veränderliche Sterne, 4, 154, 1933.
7. O. C. Coillins, Ap. J., 86, 529, 137.
8. П. Н. Холопов, ПЗ, 10, 3, 180, 1954.
9. E. M. Janssen, A. N. Vyssotsky, PASP, 55, 204, 1943.
10. R. E. Wilson, PASP, 55, 282, 1943.
11. N. G. Roman, Ap. J., 117, 467, 1963.
12. А. С. Шаров, ПЗ, 10, № 1 (85), 55, 1951.
13. А. Д. Бериев, Бюлл. САО, № 15, 29, 1956.
14. W. Wenzel, MVS, 205, 1955.
15. В. П. Цесевич, Астр. циркуляр, № 167, 23, 1956.
16. Г. С. Бадалян, ДАН АрмССР, XXII, 4, 145, 1956.
17. Г. С. Бадалян, Сборник „Нестационарные звезды“, Ереван, 1957.
18. W. P. Bidelman, Ap. J., Supplement, № 7, 1954.
19. П. Н. Холопов, ПЗ, 8, № 2 (74), 1951

