

Р. А. ВАРДАНЫН

ДИАГРАММА ЦВЕТ (I—K)—ВИЗУАЛЬНАЯ ЗВЕЗДНАЯ ВЕЛИЧИНА ДЛЯ ЗВЕЗД РАННИХ И ПОЗДНИХ СПЕКТРАЛЬНЫХ КЛАССОВ

В 1973 г. нами было показано [1], что у звезд-гигантов одинакового спектрального подкласса типа М, наибольшая поляризация наблюдается преимущественно у тех, которые имеют большие значения цвета I—K. Было показано также, что с увеличением цвета I—K средняя поляризация переменных звезд поздних типов также увеличивается. Наряду с этим среди звезд, имеющих одинаковый цвет, (B—V или I—K) слабые по блеску звезды (соответственно в V или K области спектра) имеют избыточную поляризацию относительно ярких [2].

Поскольку, собственная поляризация света звезд коррелирована с цветом I—K, а также с визуальной звездной величиной, нами была построена диаграмма: цвет (I—K)—визуальная звездная величина для звезд поздних спектральных подклассов K0, M0, M5, M7.

С этой целью мы воспользовались данными каталога Нойгебауера и др. [3]. Для построения этой диаграммы мы выписали данные I—K отдельно для указанных типов звезд в порядке увеличения визуальной звездной величины V. Расположив в этом порядке список этих звезд, мы тем самым приписали каждой звезде определенный порядковый номер.

После цифровой фильтрации I—K по медиане [4] и усреднения величины V и (I—K)_ф по порядковым номерам групп звезд № 1—11, 6—16; 11—21; для каждого подкласса звезд была построена зависимость между величинами V и (I—K)_ф.

Эта зависимость приведена на рис. 1 для звезд спектрального типа K0, а для звезд типов M0, M5, M7—на рис. 2. На последнем рисунке обозначена также зависимость для спектрального подкласса K0, но уже в виде усредненной пунктирной линии, соответствующей рис. 1. Полоса, изображенная на рисунках для каждого подкласса звезд, соответствует среднеквадратичному отклонению $\sigma(I—K)$. Из рисунка видно, что дисперсии $\sigma(I—K)$ для поздних подразделений типа М имеют большие значения (до 0^m 8).

Приведенные диаграммы для звезд спектральных подклассов K0 и M0 хорошо представляются следующими экспоненциальными зависимостями (I—K)_ф от V.

$$(I—K)_{\text{ф}} = \exp [0.172V] - 0.55 \pm 0.12 \quad (1)$$

для звезд K0 и

$$(I—K)_{\text{ф}} = \exp [0.12V] + 0.55 \pm 0.17 \quad (2)$$

для звезд M0.

У звезд более поздних спектральных подклассов дисперсия $\sigma(I—K)_{\text{ф}}$, как уже указывалось, велика и о подобных зависимостях трудно пока говорить. Кроме того, при значении $V \geq 9^m 0$ величины (I—K) для всех подклассов звезд приближаются к 4^m 0.

Теперь рассмотрим два вопроса:

1. Чем обусловлена большая дисперсия σ (I—K) у звезд поздних спектральных подклассов (M)?

2. Почему при $V \geq 9^m 0$ цвет I—K у звезд спектральных подклассов M0, K0 (и как мы покажем ниже, у звезд B, A, F0, G0) стремится к значению $4^m 0$, соответствующему поздним подклассам M-звезд (M5—M7)?

Для ответа на первый вопрос постараемся выяснить: не связана ли наблюдаемая большая дисперсия I—K с изменением блеска звезд?

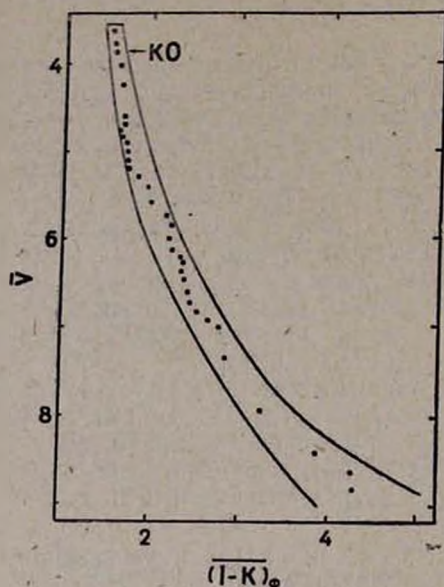


Рис. 1. Зависимость между величинами V и (I—K) для звезд типа K0

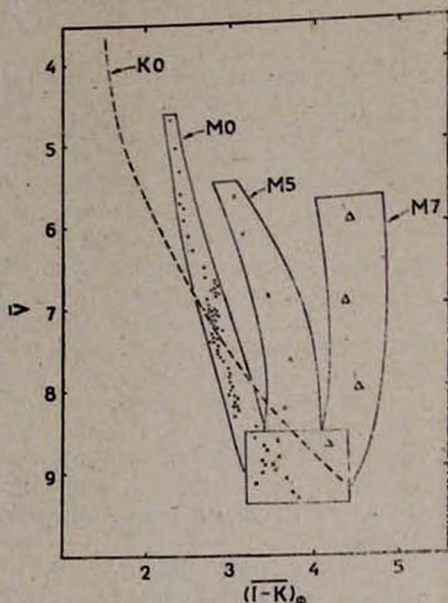


Рис. 2. Диаграмма цвет (I—K)—визуальная звездная величина (V) для звезд типов K0, M0, M5, M7

С этой целью из каталога [3] мы выписали все те потенциальные в инфракрасной области переменные звезды (в количестве 14 штук), для которых имеются измерения I—K, полученные за 7 и более ночей. Для каждой из этих 14 звезд мы выписали величины I—K и K только для 7 наиболее точных измерений.

Список этих звезд приводится в табл. 1. В ней даны номера по каталогу [3], максимальная разница цветов $\Delta(I—K)$ (полученная по время наблюдений 7 различных ночей) и ошибки измерений (σ). В табл. 1 звезды расположены в порядке уменьшения ошибок измерений.

Как следует из табл. 1, при уменьшении ошибки измерения наблюдается некоторое уменьшение величины $\Delta(I—K)$.

Далее, для получения статистической зависимости величины K от $(I—K)_\phi$ из каталога [3] для каждой звезды по порядку уменьшения величины K были выписаны значения цветов I—K 7 различных измерений.

После проведения цифровой фильтрации I—K по медиане (для каждой звезды отдельно) мы усреднили величины K и $(I—K)_\phi$ отдельно для этих 7 измерений у 14 звезд и, таким образом, было получено среднее значение $(I—K)_\phi$ по порядку уменьшения величины K.

Для наглядности на рис. 3 приводится эта зависимость. Зависимость K от $(I-K)_\phi$ выражается формулой

$$(I-K)_\phi = 5.234 - 0.642K \pm 0.06. \quad (3)$$

Из вышеприведенных данных следует, что при изменении блеска K цвет $I-K$ меняется незначительно ($< 0^m 2$). Значит, наблюдаемая значительная дисперсия цвета $I-K$ у переменных звезд поздних типов не обусловлена изменением их блеска.

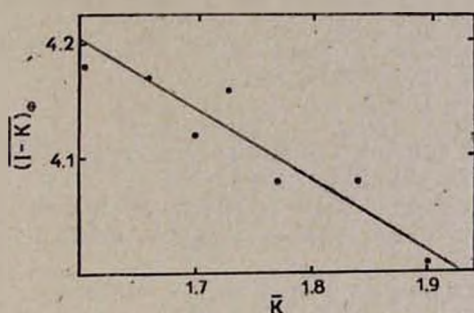


Рис. 3. Зависимость между величинами K и $(I-K)_\phi$ для переменных звезд типа M

Таблица 1

№ IRC	$\Delta(I-K)$	σ	№ IRC	$\Delta(I-K)$	σ
40503	1.25	0.17	30306	0.52	0.11
20228	0.52	0.17	30379	0.87	0.10
00363	0.49	0.16	30339	0.37	0.10
40437	1.08	0.14	30220	0.32	0.09
-10479	0.45	0.14	40531	0.61	0.09
00311	0.41	0.12	30340	0.70	0.08
-30292	0.81	0.11	40051	0.29	0.08

Теперь выясним, не связана ли большая дисперсия цвета $I-K$ с систематическим различием цветов $(I-K)$ у звезд поздних типов с эмиссионными линиями и без них.

С этой целью из каталога [3] для эмиссионных звезд $M3E$, $M4E$, $M5E$, $M6E$, $M7E$ мы сопоставили цвета $(I-K)$ с соответствующими цветами звезд тех же спектральных подклассов, не имеющих эмиссионный спектр. Сопоставлены нами также цвета $(V-I)$.

В табл. 2 приводятся усредненные значения цветов $(I-K)$ и $(V-I)$ для указанных звезд. В последней строке табл. 2 под чертой, приведены усредненные значения цветов $(I-K)$ и $(V-I)$ для звезд всех подклассов.

Как следует из табл. 2, среднее значение цвета $(I-K)$ звезд с эмиссионными спектрами систематически больше, а цвета $(V-I)$ меньше тех же величин для звезд без эмиссионных линий. Поэтому значительную часть наблюдаемых больших дисперсий $\sigma(I-K)$ у звезд спектральных подклассов $M3-M7$ можно объяснить разностью в цветах $I-K$ звезд с эмиссионными и неэмиссионными спектрами.

Теперь вернемся к вопросу о том, почему цвет $(I-K)$ звезд спектральных подклассов $M0$ и $K0$ с уменьшением блеска стремится к $4^m 0$, т. е. к цвету звезд поздних типов $M5-M7$.

Таблица 2

Эмиссионные звезды спектрального типа М Неэмиссионные звезды спектрального типа М

Sp	I—K	V—I
M3E	4.03	0.22
M4E	3.89	0.61
M5E	4.24	1.10
M6E	3.82	1.78
M7E	4.63	2.17
Сред.	4.12	1.18

Sp	I—K	V—I
M3	3.20	2.95
M4	3.10	2.77
M5	3.51	2.99
M6	3.49	2.86
M7	4.34	2.37
Сред.	3.53	2.79

В связи с этим вопросом отметим, что указанный эффект наблюдается также у звезд ранних спектральных классов (B, A, F0, F5, G0, G5). Имеющиеся наблюдательные данные свидетельствуют, что, действительно, для таких звезд, слабее $V \geq 9^m 0$, цвета I—K мало отличаются от $4^m 0$.

Для наглядности на рис. 4 приводится диаграмма $[(I-K)_\phi, V]$ для звезд спектральных классов B, A (точки) и подклассов F0, F5, G0, G5 (крестики), которая показывает, что с ослаблением блеска звезд (V) цвет I—K близок к значению $\sim 4^m 0$.

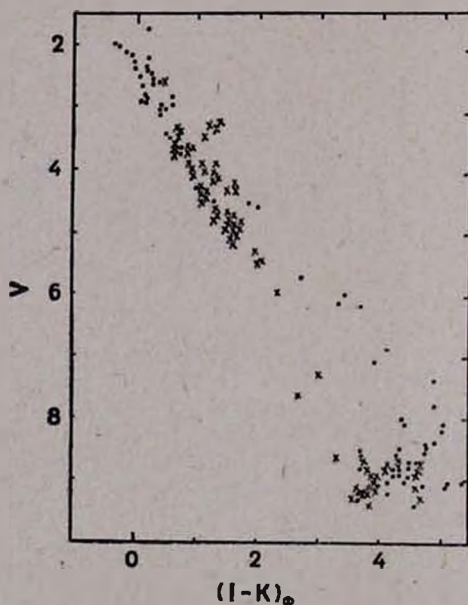


Рис. 4. Диаграмма цвет (I—K)—визуальная звездная величина (V) для звезд спектральных классов B, A (точки) и классов F0, F5, G0, G5 (крестики)

Кроме того, из табл. 3, где приводится распределение количества звезд в зависимости от визуальной величины для этих звезд, следует, что в интервале $V = 5^m 0 - 8^m 0$ наблюдается наименьшее число звезд. Нам кажется, что этот факт дает основание допустить, что в каждом

спектральном классе (от В до К) имеются две различающиеся группы звезд:

- а) без пылевой оболочки,
- б) с пылевой оболочкой.

Можно предполагать, что звезды каждого спектрального подкласса (от А0—К0) в определенной стадии эволюции (может быть начальной) окружены пылевыми оболочками и в основном принадлежат к спектральному классу М. В ходе эволюции они быстро теряют свои оболочки, и их цвет (I—K) от значения $4^m.0$ уменьшается до $<1^m.6$ (см. рис. 4). В пользу такого толкования наблюдений говорит тот факт, что большинство рассматриваемых нами звезд спектральных классов В—К, имеющих $I-K \geq 3^m.0$, проектируются на область О—ассоциаций. Например, в направлении звездных ассоциаций PerOB1 и SgrOB1 плотность таких объектов более чем в 5 раз превосходит плотность звезд с $I-K \leq 3^m.0$, спроектированных на окрестности этих же ассоциаций.

Что касается звезд спектральных подклассов М5—М8, то все они окружены пылевыми оболочками, поэтому цвет I—K для них не уменьшается с увеличением их блеска (см. рис. 2).

Таблица 3

V	N(B, A)	N(F, G)	N _{общ}
1—3	24	1	25
2—4	28	17	45
3—5	11	42	53
4—6	5	32	37
5—7	5	7	12
6—8	8	3	11
7—9	24	13	37
8—10	31	22	53
9—11	11	11	22

22 июня 1985 г.

Н. А. ВАРТУНЯН

ԳՈՒՅՆ (I—K)—ՏԵՍԱՆԵԼԻ ԱՍՏՂԱՅԻՆ ՄԵԾՈՒԹՅԱՆ ԴԻԱԳՐԱՄ ՎԱՂ ԵՎ ՈՒՇ ՏԻՊԻ ԱՍՏՂԵՐԻ ՀԱՄԱՐ

Նույգեբառուների քարտարանի հիման վրա կառուցված (1969) աստղերի դույն (I—K)—տեսանելի (V), աստղային մեծության դիագրամի քննարկումից եզրակացվում է, որ հսկա աստղերը զարգացման մի ինչ-որ փուլում շրջապատված են լինում փոշային թաղանթով, Փոշային թաղանթը կորցնելուց հետո նրանք անցնում են A, F, G, K սպեկտրալ դասերից որևէ մեկը:

Սակայն այն հարցը, թե թաղանթով շրջապատված վիճակը աստղի զարգացման որ փուլին՝ սկզբնական, միջանկյալ, թե վերջնականին է համապատասխանում, կարիք ունի հատուկ քննարկման:

R. A. VARDANIAN

THE (I-K)-VISUAL STELLAR MAGNITUDE DIAGRAM OF STARS
OF EARLY AND LATE SPECTRAL TYPES

The analysis of (I-K)-visual stellar magnitude (V) diagram of stars from the Neugebauer's Catalog (1969) permits to conclude that in some evolutionary stages the giant stars are surrounded by dust shells

After loosing their dust shells they cross over to A, F, G or K spectral classes. But the question which one of these stages is in fact the initial one, should be independently discussed.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. А. Вардания, Л. Сабадош, *Астрофизика*, 9, 454, 1973.
2. Р. А. Вардания, *Сообщ. Бюраканской обс.* 54, 27, 1983.
3. *Neugebauer G., Leighton R. B., IRC Catalog, Pasadena, 1969.*
4. Р. А. Вардания, М. О. Закарян, М. С. Мирзоян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 52, 127, 1980.