

УДК 524.31:524.63-332

**В. А. Захожай**

Научно-исследовательский институт астрономии  
Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина  
61022 Харьков-22, ул. Сумская 35

### Радиусы и спектры ближайших звезд

*Обсуждаются прямые измерения радиусов 36 звезд, находящихся ближе 25 пк. Приведены данные о 307 радиусах и 326 спектральных классах и классах светимости ближайших звезд, находящихся в сфере с радиусом 10 пк.*

*РАДІУСИ ТА СПЕКТРИ НАЙБЛИЖЧИХ ЗІРОК, Захожай В. А. — Обговорюються дані прямих вимірювань радіусів 36 зірок, які знаходяться ближче 25 пк. Приведені дані про 307 радіусів та 326 спектральних класів і класів світності найближчих зірок, що знаходяться у сфері з радіусом 10 пк.*

*THE RADII AND SPECTRA OF THE NEAREST STARS, by Zakhozhaj V. A. — We discuss direct measurements of the radii of 36 stars located closer than 25 parsecs to the Sun. We present the data on 307 radii and 326 spectral types and luminosity classes for the nearest stars located inside the sphere with a radius of 10 parsecs.*

Радиусы и спектры, наряду с массами, являются одними из важнейших характеристик звезд. Их вычисление проводится либо прямыми методами (радиусы определяют по данным об измерениях угловых диаметров и параллаксов, по кривым блеска; спектры — по интенсивности избранных линий), либо статистическими методами (по фотометрическим данным или по зависимости «радиус — спектр» для звезд определенного класса светимости). Каталоги радиусов звезд Галактики содержатся в работах [10, 15, 17, 18, 24, 26, 31, 41]. Спектры звезд, начиная с каталога Генри Дрэпера [37], приводятся либо в системе одномерной, либо двумерной, Йоркской спектральной МК-классификации [43], либо в трехмерной классификации [20], где третьим параметром является либо содержание водорода, либо металличность. Ввиду того, что разброс по светимостям и звездным величинам даже для ближайших звезд значителен, данные для радиусов ближайших звезд ограничены. Данные о спектрах приводятся зачастую в различных системах, поэтому есть необходимость приведения их к одной системе и расширения объема выборки, используя методы статистических оценок и теорему Фогта—Рессела.

Существенные результаты прямых измерений угловых диаметров звезд были накоплены еще к середине 1980-х гг. [5, 6]. С запуском космических звездных интерферометров в начале XXI столетия [14] следует ожидать нового существенного увеличения наблюдаемых данных о звездных диаметрах. Ниже мы подводим итог наземным измерениям радиусов звезд находящихся ближе 25 пк, а также приводим каталог радиусов звезд в сфере 10 пк, оцененных различными статистическими методами.

#### ПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИУСОВ ЗВЕЗД БЛИЖЕ 25 ПК

Вычисленные радиусы звезд по наблюдательным данным относят к прямым методам их измерения. Прямые измерения радиусов звезд включают наблюдения:

1) с помощью звездного интерферометра Майкельсона, принцип работы которого сводится к отысканию абсолютного значения базы, при которой исчезает когерентность света от звезды;

2) с помощью интерферометра интенсивностей Брауна и Твиса, принцип работы которого основан на отыскании корреляции между числом фотонов, принимаемых зеркалами с базой более 100 м;

3) лунных покрытий, где край Луны используется в качестве непрозрачного экрана для наблюдения за ним картины дифракции Френеля от звезды;

4) кривых блеска затменных переменных звезд, которые являются спектрально-двойными с двумя видимыми спектрами;

5) с помощью метода спекл-интерферометрии, который сводится к восстановлению (до граничной частоты используемого телескопа) пространственного спектра разрешаемой звезды.

Сравнивая прямые методы определения радиусов звезд по таким характеристикам, как детектируемая предельная величина  $m_{\text{lim}}$ , спектр и класс светимости, предельное разрешение  $\rho_{\text{lim}}$ , согласно данным [2, 3, 10, 11, 16, 28, 29, 40, 42, 45], отметим, что для современных наземных звездных интерферометров доступны для разрешения гиганты и сверхгиганты спектральных классов F — M, ярче  $3^{\text{m}}$ . Интерферометрам интенсивностей — гиганты, сверхгиганты и звезды главной последовательности спектральных классов O — F, ярче  $2.5^{\text{m}}$ . Методом лунных покрытий можно разрешить звездный диск больше  $\rho_{\text{lim}} = 0.001''$ , ярче  $8^{\text{m}}$  и имеющий склонение в пределах  $\pm 28^\circ$ . Спекл-интерферометрии доступны для разрешения гиганты и сверхгиганты спектральных классов K, M, ярче  $8^{\text{m}}$ , имеющих угловой диаметр больше  $0.02''$ . При наличии кривых блеска можно оценить радиусы затменных переменных звезд.

В табл. 1 приведены все измеренные перечисленными методами радиусы 36 звезд, находящиеся ближе 25 пк, включая Солнце. Самым эффективным оказался метод, связанный с анализом кривых блеска затменных переменных систем: измерены радиусы 15 звезд, входящие в семь кратных систем (в системе CM Dra вычислены три звездных радиуса). Это, по-видимому, все (или подавляющее большинство) затменные системы, входящие в область 25 пк. В этой области, согласно каталогам [32—34, 48], известны около 2000 звезд, что дает порядка 1000 кратных систем, исходя из распространенности кратных систем в окрестностях Солнца [5, 6]. При равномерном распределении плоскостей орбит, видимых с ребра, следует ожидать одну из 100—200 систем, что для 25 пк дает 5—10 систем. Это удовлетворительно совпадает с известным числом затменных переменных систем (7).

Десять звездных диаметров (что составляет несколько менее трети звезд табл. 1) удалось измерить с помощью интерферометра интенсивнос-

Таблица 1. Радиусы близких звезд (до 25 пк), измеренные прямыми методами с учетом параллаксов, приведенных в каталогах [32—34, 48], номера которых приведены в обозначениях GI/WEPP

GI/WEPP	Звезда	$R/R_{\odot} \pm \Delta R/R_{\odot}$	Sp	Метод	Литературный источник
	Солнце	1.00	G2 V		
9044	$\beta$ And	$3.0 \pm 5$	M0 III	м	[45]
9110	$\beta$ Per A	$3.0 \pm 0.1$	B8 V	з	[46]
9110	B	$3.3 \pm 0.2$	G8 V*	з	[36]
9159A	$\alpha$ Tau A	$48 \pm 5$	K5 III	м, с, $\langle \rangle$	[4, 24, 42]
194A	$\alpha$ Aur A	$9.2 \pm 0.7$	G5 III	м	[38]
194B	B	$12.2 \pm 0.7$	G0 III	м	[38]
222	$\chi$ Ori	$1.48 \pm 0.01$	G0 V	$\langle \rangle$	[24]
244A	$\alpha$ CMa A	$1.68 \pm 0.05$	A1 V	м, $\langle \rangle$	[24, 28]
278C <sup>1</sup>	YY Gem A	$0.63 \pm 0.05$	M0 Ve	з, $\langle \rangle$	[16, 24, 41]
278C <sup>2</sup>	B	$0.60 \pm 0.04$	M1 Ve	з	[16, 41]
280A	$\alpha$ CMi A	$2.06 \pm 0.07$	F5 IV—V	и, $\langle \rangle$	[24, 28]
9279	X Cnc	$20 \pm 6$	N3	л, $\langle \rangle$	[24, 26]
9292	$\beta$ Car	$3.9 \pm 0.9$	A0 III	и, $\langle \rangle$	[24, 28]
9316	$\alpha$ Leo A	$3.6 \pm 1.6$	B7 V	и, л, $\langle \rangle$	[24, 26, 28]
448	$\beta$ Leo	$1.9 \pm 0.3$	A3 V	и, $\langle \rangle$	[24, 28]
541	$\alpha$ Boo	$29 \pm 2$	K1 IIIp	м, с, $\langle \rangle$	[24, 42, 49]
9430A	RS CVn A	$1.8 \pm 0.2$	F5	з	[46]
9430B	B	$4.0 \pm 0.1$	K0	з	[46]
575	44i Boo C	0.84	dG2	з	[15]
575	D	0.59	dG2	з	[15]
9524A	$\alpha$ CrB A	2.9	A0 V	з	[16]
9524B	B	0.9	G9 V*	з	[16]
9526	42 Lib	$5.4 \pm 1.1$	K4 III	л, $\langle \rangle$	[24, 26]
630.1A	CM Dra C	0.25	M4 Ve	з	[41, 46]
630.1A	D	0.25	M4 Ve	з	[41, 46]
630.1B	B	0.01	VII	з	[15]
9591	44 Oph	1.91	A9 V	л	[13]
681	$\alpha$ Oph	$48 \pm 3$	A5 III	и, $\langle \rangle$	[24, 28]
9627	$\lambda$ Sgr	$9.0 \pm 2.2$	K2 III	л, $\langle \rangle$	[24, 26]
721	$\alpha$ Lyr	$2.79 \pm 0.14$	A0 V	и, м, $\langle \rangle$	[24, 27, 28]
768	$\alpha$ Aql	$1.62 \pm 0.04$	A7 IV—V	и, $\langle \rangle$	[24, 28]
9703	VW Cep A	0.94	K1 V**	з	[15]
9703	B	0.56	G5 V**	з	[15]
9767	$\alpha$ Gru	$1.92 \pm 0.36$	B5 V	и, $\langle \rangle$	[24, 28]
881	$\alpha$ PsA	$1.51 \pm 0.16$	A3 V	и	[24, 28]

Примечания.

В графе «Метод» указаны способы определения звездных диаметров: м — звездный интерферометр Майкельсона, и — интерферометр интенсивностей, л — метод лунных покрытий, з — затменные переменные системы, с — спекл-интерферометрия,  $\langle \rangle$  — усредненные значения угловых диаметров согласно [24].

В графе Sp: \* — звезда отнесена к главной последовательности, так как более яркий компонент системы (т. е. более массивный, а следовательно, время жизни его на главной последовательности меньше менее массивного компонента) — звезда главной последовательности; \*\* — звезда отнесена к главной последовательности согласно статистической зависимости  $M_V - B - V$  (см. рис. 3)

тей. Еще треть радиусов измерены интерферометрами Майкельсона (6), методом лунных покрытий (4), и спекл-интерферометрией (Арктур и Альдебаран, наряду с определениями звездными интерферометрами).

### О РАДИУСАХ ЗВЕЗД, ОЦЕНЕННЫХ СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Значения радиусов звезд (угловых и линейных), связывают с их косвенной зависимостью от эффективной температуры и болометрической поправки [13, 22]. При этом чувствительность угловых и линейных диаметров от  $UBVRI$ -величин неодинакова для различных показателей цвета. Чаще других до последнего времени для оценок диаметров звезд использовался показатель цвета  $B - V$ , зависящий от класса светимости. В настоящее время уже составлены каталоги радиусов звезд, использующие данные  $UBVRI$ -фотометрии и содержащие информацию более чем о 4000 звезд [31].

Для каталога Глизе [32] Лэйси [41] применил зависимость Барнса и Эванса [22—24], в которой визуальная поверхностная яркость  $F_v$  звезд выражена через показатель цвета:

$$F_v = a + b(V - R)_0. \quad (1)$$

Здесь коэффициенты  $a$  и  $b$  зависят от наблюдаемого диапазона  $(V - R)_0$ . Используя информацию о 52 угловых диаметрах звезд, измеренных методом лунных покрытий, Барнс и Эванс [22, 23] установили, что полученная зависимость не чувствительна к классу светимости.

Применение данных  $V, R$ -фотометрии оказалось возможным к 180 звездам каталога Глизе [32] — это одиночные, компоненты визуально-двойных и затменных переменных звезд [41]. Если показатель цвета  $(V - R)_0$  определен для двух звезд вместе, то полученный результат не имеет физического смысла при вычислении радиуса звезды. Это распространяется на спектрально-двойные звезды, неразрешимые для телескопа, которым измеряли  $V, R$ -потоки. В списке [41] приведены три звезды, показатель цвета  $(V - R)_0$  которых определен для всех трех компонентов как для одного: G1 352 AB, 473 AB, 644 AB. Кроме того, имеется 12 звезд, которые согласно [25, 48] являются спектрально-двойными: G1 15 A, 183, 268, 534, 624, 628, 643, 702 B, 760, 848, 867 A, 880. Четыре звезды заподозрены как спектрально-двойные [48]: G1 453, 687, 785, 809. Исключив эти объекты из списка [41], получим, что в радиусе 22.2 пк определены фотометрические радиусы 161 звезды.

Позже, Барнс, Эванс и Моффет уточнили линейную зависимость (1), представив ее таблично [24, табл. 5], для  $(V - R)_0 \geq 0.80$  в виде аналогичной линейной зависимости с коэффициентами  $a = 3.841$  и  $b = -0.321$ . При этом фотометрические радиусы близких звезд не уточнялись.

#### ЗАВИСИМОСТЬ «РАДИУС—СПЕКТР» ДЛЯ ЗВЕЗД ГЛАВНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Из табл. 1 видно, что прямыми методами в окрестностях Солнца измерены угловые и линейные диаметры 23 звезд главной последовательности (включая Солнце, Прокцион и Альтаир). Фотометрическим методом по зависимости Барнса и Эванса оценены радиусы 131 звезды главной последовательности [41]. Поскольку светимость, масса и радиус связаны зависимостями  $L \propto m^\gamma$ ,  $L \propto R^2 T_{\text{эф}}^4$ ,  $R \propto m^\xi$ ,  $T_{\text{эф}} \propto m^{(\gamma - 2\xi)/4}$ , где  $\gamma$  и  $\xi$  — константы (статистическую обоснованность этих связей можно найти в работах [5, 19], получим, что

$$\lg(R/R_\odot) = \alpha \lg T_{\text{эф}} + \beta, \quad (2)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  — константы.

Выполнение зависимости (2) возможно при условии  $\alpha_1 \neq \alpha_2$ ,  $\beta_1 \neq \beta_2$ , где  $\alpha_1, \beta_1$  — для  $\lg T_{\text{эф}} < 3.571$ ;  $\alpha_2, \beta_2$  — для  $\lg T_{\text{эф}} > 3.571$ ; значение  $\lg T_{\text{эф}} = 3.571$  есть точка излома зависимости  $\lg(m/m_{\odot}) = a \cdot \lg T_{\text{эф}} + b$  (см. [7]).

В качестве шкалы эффективных температур была принята зависимость Поппера [46]. Для интервала спектральных классов B5 — M0 по данным табл. 1 и работы [41] (методом наименьших квадратов) была получена зависимость

$$\lg(R/R_{\odot}) = 1.235 \lg T_{\text{эф}} - 4.620. \quad (3)$$

$\pm 0.090$                        $\pm 0.336$

Чтобы получить аналогичную зависимость для интервала спектральных классов M1 — M6 с учетом значения точки излома, решалась система линейных уравнений, относительно известных  $\alpha$  и  $\beta$ :

$$\beta = -3.571\alpha - 0.210,$$

$$\alpha = \frac{[al]}{[aa]} - \frac{[ab]}{[aa]} \left( \frac{[aa] \cdot [bl] - [ab] \cdot [al]}{[aa] \cdot [bb] - [ab]^2} \right), \quad (4)$$

где  $-0.210$  — значение  $\lg(R/R_{\odot})$  для  $\lg T_{\text{эф}} = 3.571$ , полученное из уравнения (3); второе выражение есть уравнение прямой для метода наименьших квадратов в обозначениях Гаусса [21].

Решение системы уравнений (4) дает неизвестные члены уравнения прямой на интервале спектральных классов M1 — M6 с учетом точки излома для значения  $Sp = M1$ :

$$\lg(R/R_{\odot}) = 6.96 \lg T_{\text{эф}} - 25.05. \quad (5)$$

$\pm 0.40$                        $\pm 1.41$

Неучет точки излома дает примерно в два раза большие погрешности для коэффициентов уравнения (2) при практически тех же значениях  $\alpha$  и  $\beta$ , а уравнение прямой на интервале спектральных классов M1 — M6 имеет вид

$$\lg(R/R_{\odot}) = 6.956 \lg T_{\text{эф}} - 25.020. \quad (6)$$

$\pm 0.748$                        $\pm 2.647$

Окончательная зависимость «радиус—спектр» согласно полученным уравнениям (3) и (5) представлена на рис. 1, вертикальными линиями показаны интервалы средних квадратичных ошибок для звезд, угловые диаметры которых определены прямыми методами.

Полученная зависимость «радиус—спектр» сравнивалась с аналогичными данными [1] (рис. 2, а, б). Коэффициент корреляции зависимостей равен

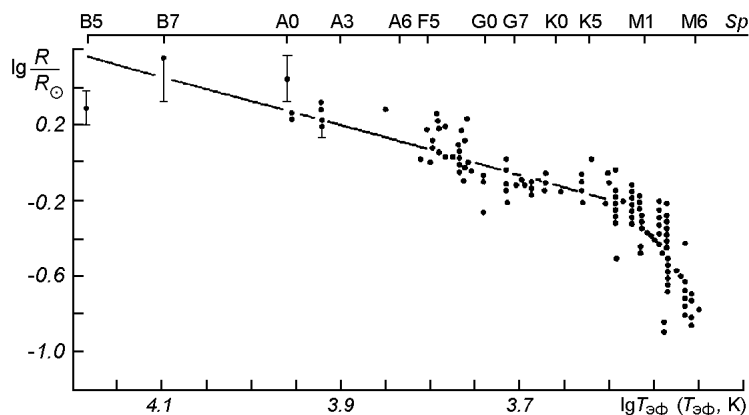


Рис. 1. Зависимость «радиус—спектр» для звезд главной последовательности ближе 25 пк

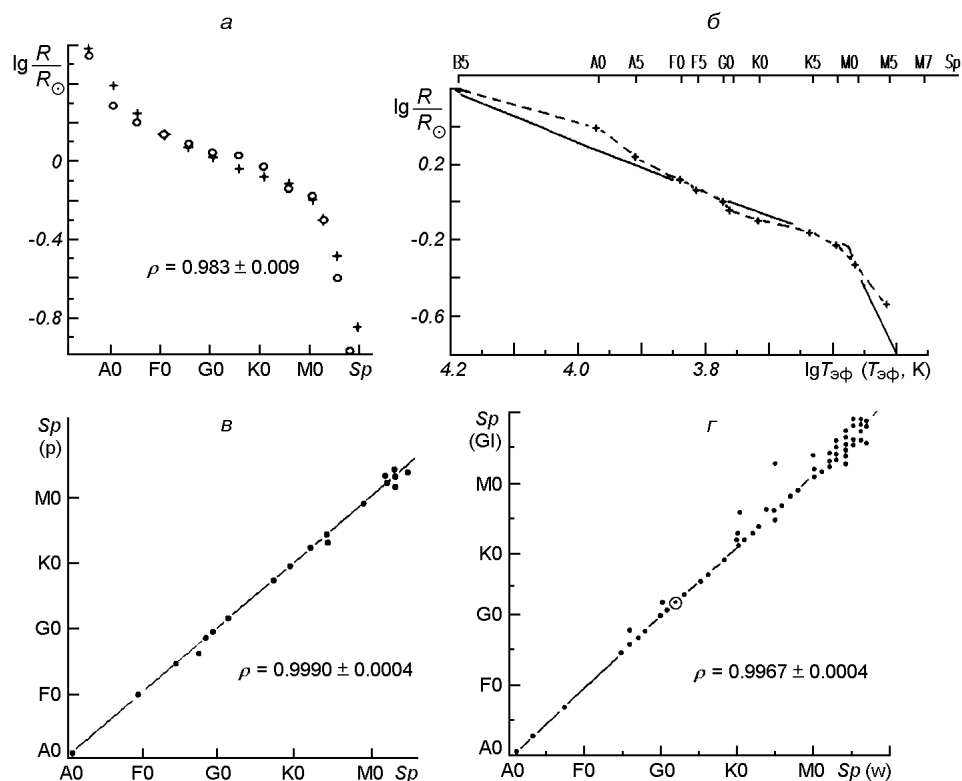


Рис. 2. Зависимости «радиус—спектр»: *a* — полученные автором (кружки) и данные [1] (крестики); *b* — полученные автором (сплошная линия) и данные [1] (штриховая линия); *v* и *z* — соответственно корреляционная связь систем спектральных классов [46] и [48], а также каталогов [32] и [48]

$\rho = 0.983 \pm 0.009$ . Основные различия зависимостей наблюдаются для спектральных классов A0 и G5 — K0. Это связано с тем, что в зависимости «радиус—спектр» по данным [1] не выполняется условие линейной связи (2).

#### СПЕКТРАЛЬНЫЕ КЛАССЫ И КЛАССЫ СВИТИМОСТИ БЛИЗКИХ ЗВЕЗД

Спектры звезд являются важной характеристикой при оценке фотометрических радиусов звезд. В каталогах близких звезд Глизе, Глизе и Ярейс, Вулли и др. [32—35, 48] содержатся наиболее полные данные о спектрах звезд, находящихся ближе 25 пк. Спектры приведены в системах МК, а для звезд главной последовательности может быть использована шкала эффективных температур Поппера [46]: коэффициент корреляции между системами Поппера и каталога [48]  $\rho = 0.9990 \pm 0.0004$  (рис. 2, *v*). Коэффициент корреляции между системами спектральных классов, используемыми в каталогах [32] и [48] равен  $\rho = 0.9967 \pm 0.0004$  (значение  $\rho$  найдено по 228 общим звездам главной последовательности, находящимся ближе 10 пк).

Диапазон спектральных классов и классов светимости может быть расширен, если при наличии данных о звездной величине  $V$  и показателе цвета  $B - V$  использовать шкалу эффективных температур. Если же нет данных о  $M_V$ ,  $B - V$ , но имеется информация о классах светимости более массивных звезд в широких кратных системах (где исключается перетека-

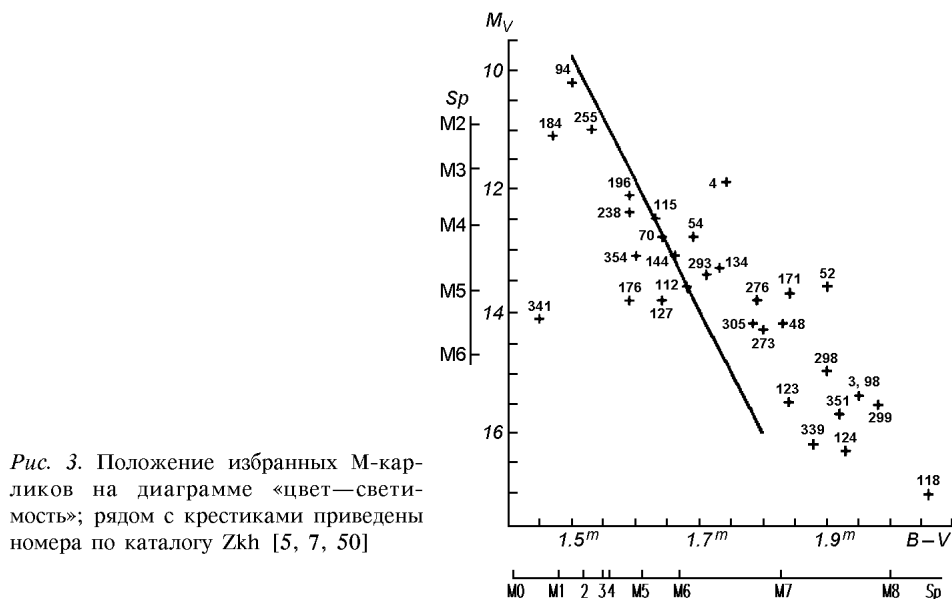


Рис. 3. Положение избранных М-карликов на диаграмме «цвет—светимость»; рядом с крестиками приведены номера по каталогу Zkh [5, 7, 50]

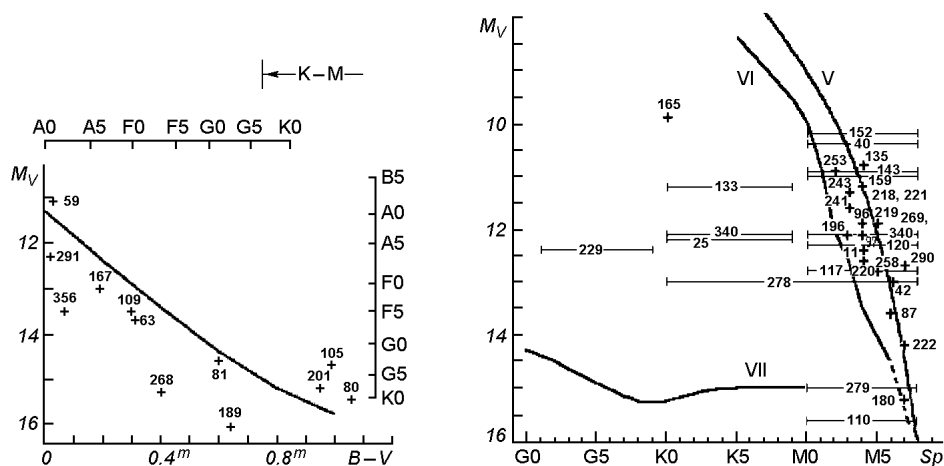


Рис. 4. Диаграмма «цвет—светимость» для ближайших белых карликов (а) и звезд (б), показателей цвета которых нет в каталогах [32, 34, 48]. Последовательности V—VII вычерчены по данным [1, стр. 289]. Крестики указывают положения звезд с номерами Zkh [5, 7, 50]

ние вещества между компонентами системы), можно сделать оценку класса светимости для менее массивных звезд, которые находятся на главной последовательности большее время, чем звезды с большей светимостью.

Реализация последней ситуации и оценки класса светимости по  $V$ ,  $B - V$ -фотометрии продемонстрированы в табл. 1 для звезд WEPP 9110 ( $\beta$  Per), 9524 B ( $\alpha$  CrB V), 9703 (VW Ser A и VW Ser B).

Исходя из положения, занимаемого Проционом А и Альтаиром на диаграмме Герцшпрунга — Рассела (согласно данным [1] о светимостях, показателях цвета и эффективных температурах звезд, эти звезды отнесены: Процион А (Zkh106) — к субгигантам, а Альтаир (Zkh297) — к звездам главной последовательности, вопреки каталогам [31, 46], где классы светимости этих звезд приняты IV—V.

Таблица 2. Основные статистические соотношения между звездами главной последовательности по данным [1, 7, 12] ( $Sp$  — спектральный класс,  $T_{эф}$  — эффективная температура,  $BC$  — болометрическая поправка,  $B - V$  — показатель цвета,  $M_b$  — болометрическая величина,  $M_V$  — абсолютная величина,  $m$  и  $R$  — масса и радиус)

$Sp$	$lgT_{эф}$	$BC$	$B - V$	$M_b$	$M_V$	$m/m_{\odot}$	$R/R_{\odot}$
A0	3.974	-0.22	0.00	1.06	1.28	2.40	1.94
1	3.959	-0.19	0.02	1.34	1.53	2.25	1.86
2	3.943	-0.16	0.06	1.63	1.79	2.15	1.78
3	3.932	-0.15	0.08	1.83	1.98	2.05	1.72
4	3.922	-0.13	0.11	2.02	2.15	1.95	1.67
5	3.911	-0.12	0.14	2.22	2.34	1.88	1.62
6	3.900	-0.11	0.17	2.42	2.53	1.80	1.57
7	3.890	-0.10	0.19	2.60	2.70	1.75	1.53
8	3.875	-0.09	0.23	2.88	2.97	1.65	1.46
9	3.859	-0.08	0.27	3.17	3.25	1.55	1.40
F0	3.844	-0.06	0.31	3.44	3.50	1.46	1.34
1	3.835	-0.06	0.33	3.61	3.67	1.42	1.31
2	3.826	-0.05	0.36	3.77	3.82	1.36	1.27
3	3.821	-0.04	0.38	3.86	3.90	1.33	1.26
4	3.815	-0.04	0.40	3.97	4.01	1.30	1.23
5	3.810	-0.04	0.43	4.06	4.10	1.27	1.22
6	3.802	-0.04	0.48	4.21	4.25	1.23	1.19
7	3.793	-0.05	0.52	4.38	4.43	1.19	1.16
8	3.785	-0.05	0.54	4.52	4.57	1.16	1.13
9	3.778	-0.06	0.58	4.65	4.71	1.13	1.11
G0	3.772	-0.06	0.59	4.76	4.82	1.10	1.09
1	3.770	-0.06	0.62	4.80	4.86	1.09	1.09
2	3.768	-0.06	0.63	4.83	4.89	1.08	1.08
3	3.766	-0.07	0.64	4.87	4.94	1.07	1.07
4	3.764	-0.07	0.65	4.91	4.98	1.05	1.07
5	3.762	-0.07	0.66	4.94	5.01	1.02	1.06
6	3.754	-0.09	0.69	5.09	5.18	1.00	1.04
7	3.746	-0.12	0.72	5.24	5.36	0.97	1.01
8	3.738	-0.15	0.74	5.38	5.53	0.94	0.99
9	3.726	-0.18	0.78	5.60	5.78	0.91	0.96
K0	3.715	-0.20	0.82	5.80	6.00	0.88	0.93
1	3.702	-0.22	0.87	6.04	6.26	0.84	0.90
2	3.690	-0.23	0.92	6.26	6.49	0.80	0.87
3	3.671	-0.30	1.01	6.61	6.94	0.75	0.82
4	3.652	-0.52	1.07	6.96	7.48	0.70	0.70
5	3.633	-0.76	1.15	7.30	8.06	0.65	0.74
6	3.623	-0.86	1.20	7.49	8.35	0.62	0.72
7	3.604	-1.08	1.30	7.83	8.91	0.57	0.68
8	3.599	-1.14	1.35	7.93	9.07	0.56	0.67
9	3.594	-1.19	1.39	8.02	9.21	0.54	0.66
M0	3.589	-1.24	1.41	8.11	9.35	0.52	0.65
1	3.571	-1.43	1.48	8.44	9.87	0.49	0.62
2	3.556	-1.61	1.52	9.19	10.86	0.43	0.49
3	3.542	-1.79	1.56	9.89	11.68	0.36	0.39
4	3.528	-2.01	1.56	10.59	12.60	0.28	0.31
5	3.513	-2.25	1.61	11.34	13.59	0.18	0.24
6	3.497	-2.56	1.67	12.14	14.70	0.10	0.19
7	3.459	-3.45	1.83	14.0	17.5	0.09	0.10
8	3.418	-4.0	2.00	15	19	0.08	0.1

Для тех звезд с неизвестным спектром, показатель цвета которых приведен в каталогах [32, 34], оценены спектральные классы и классы светимости: их положение в координатах  $M_V - (B - V)$  представлено на рис. 3. Зависимости  $B - V - lgT_{эф}$  и  $M_V - lgT_{эф}$  для звезд главной последовательности, построенные по данным [1, 7, 12, 44, 46], представлены в табл. 2. По данным табл. 2 построена табл. 3, где приведены спектральный класс (эти значения отмечены знаком \*) и радиусы звезд, находящихся от Солнца не далее 10 пк. Точность определения  $lgT_{эф}$  здесь не ниже 2 %, или 8 % в шкале  $T_{эф}$ . Неопределенность оценки спектральных



классов красных карликов этим методом не превышает единицы подкласса. И только для звезды Zkh 293 значение эффективной температуры звезды попало ровно на середину интервала между классами M5 и M6: было принято значение M5.5. Отметим звезду Zkh 339 (Gl 1276), для которой в каталоге [34] дается спектр DKp. Согласно обсуждаемой методике звезда уверенно попадает в область главной последовательности спектрального класса M7 (рис. 3).

Спектры белых карликов приведены к МК-системе, для чего были использованы данные [1, стр. 289]. На рис. 4, а приведена диаграмма «цвет—светимость» для ближайших белых карликов.

Для звезд, класс светимости которых не был приведен в каталогах [32, 34, 48], а спектральные классы и абсолютная величина известны, оценен класс светимости по диаграмме «цвет—светимость», приведенной на рис. 4, б. Эти спектры обозначены в табл. 3 символом # (знак «слэш» (/) обозначает «или», знак «больше» (>) — более поздний спектральный класс).

Спектры компонентов кратных систем, оцененные в настоящей работе, обозначены двоеточием (:). Для оценки этих спектров использовалась информация о классе светимости (если он известен) самого яркого компонента (он дает верхнюю оценку возраста системы), об его ожидаемой абсолютной величине, исходя из данных о спектре или измеренной массе, о разности блеска или о суммарном блеске компонентов, если это спектрально- или астрометрическая двойная звезда, о массах компонентов, вычисленных из анализа визуальной или астрометрической орбиты или кривой лучевых скоростей.

Нетрудно показать, что если компоненты двойной системы имеют блеск  $m_1$  и  $m_2$ , а их разность блеска  $\Delta m = m_1 - m_2$  и суммарный блеск  $m_\Sigma$ , то их связи следующие:

$$m_1 = m_\Sigma + 2.5 \lg [1 + 10^{0.4(m_1 - m_2)}], \quad (7)$$

$$m_2 = m_1 - 2.5 \lg [1 + 10^{0.4\Delta m}], \quad (8)$$

$$\Delta m = 2.5 \lg [10^{0.4(m_1 - m_\Sigma)} - 1]. \quad (9)$$

Этими выражениями оказалось удобным манипулировать, используя ожидаемую абсолютную величину для конкретного спектра звезды главной последовательности, с учетом выражений

$$M_V = m_V + 5 + 5 \lg \pi, \quad (10)$$

$$m_V = M_V - 5 - 5 \lg \pi. \quad (11)$$

При оценке использовалась методика, обсуждаемая в работе [7], а также диаграмма спектр-светимость, приведенная на рис. 4, б. Отметим противоречие между данными известными о системе Gl 423 (Zkh 153—156). Это квадрупольная система: визуально-двойная, каждый из компонентов которой является спектрально-двойной. Согласно формулам (7)—(11) нет соответствия между приведенными в каталогах [32, 48] спектрами А- и В-компонентов и визуальными величинами  $m_A$  и  $m_B$ , которые являются суммарными блесками с их спектральными компонентами:  $m_A = m_{\Sigma 13}$  и  $m_B = m_{\Sigma 24}$  (цифры обозначают номера компонентов системы). Это можно объяснить, по-видимому, аномальным элементарным составом компонентов А и В, что может привести к значительному отклонению абсолютной величины  $M_V$  от статистически средней (ожидаемой). Противоречие устраняется, если для абсолютных величин компонентов А и В, имеющих спектры G0V,

Таблица 3. Спектры и радиусы звезд, находящихся от Солнца ближе 10 пк (значения индексов описаны в тексте)

Zkh	GI/WEPP	Sp	R/R <sub>☉</sub>
1	—	G2 V	1.00*
2	1	M4 V	0.46**
3	1002	M7 V*	0.11**
4	1005	M5 V*	0.24::
5	15 A	M1 Ve	0.41**
6	15 B	M6 Ve	0.19**
7	—	≥M5 V:	0.1-0.2
8	17	G0 V	0.85**
9	19	G2 IV	1.48**
10	22 A	M3 Ve	0.39
11	22 B	M4 V #	0.31
12	—	M6 V:	0.19
13	27	K0 V	0.79**
14	33	K2 V	0.74**
15	34 A	G0 V	1.09
16	34 B	M0 V	0.65
17	—	≥ M0 V:	0.1-0.65
18	35	F3 VII	
19	48	M4 Ve	0.62**
20	49	K5 Ve	0.62**
21	51	M5 Ve	0.21**
22	1028	M7 V/M6 VI/G1 VII #	
23	53 A	G5 VI	
24	53 B	M VI:	
25	54	K VI #	
26	54.1	M5 Ve	0.24
27	65 A	M6 Ve	0.16**
28	65 B	M4 Ve	0.15**
29	66 A	K0 V	0.93
30	66 B	K0 Ve	0.93
31	68	K1 V	0.85**
32	70	M2 V	0.49
33	71	G8 Vp	0.81**
34	75	K0 V	0.76**
35	79	M1 Ve	0.62
36	83.1	M5 Ve	0.25**
37	83.3	K5 V	0.74
38	84	M0 V	0.50**
39	87	M3 V	0.48**
40	91	M V/ VI #	< 0.7
41	96	M2 Ve	0.49
42	102	M6 V #	0.16**
43	105 A	K3 V	0.81**
44	105 B	M4 V	0.28**
45	—	≥ M6 V:	< 0.2
46	109	M4 Ve	0.40**
47	117	K0 Ve	0.65**
48	1057	M6 V*	0.10**
49	137	G5 Ve	1.02**
50	139	G5 V	0.98**
51	144	K2 Ve	0.87
52	1061	M6 V*	0.14::
53	150	K0 IVe	2.40**
54	1065	M5 V*	0.23::
55	157 A	K5 Ve	0.74
56	157 B	M3 Ve	0.39
57	—	M(3-5) V:	0.2-0.4
58	166 A	K1 Ve	0.81**

Продолжение табл. 3

Zkh	GI/WEPP	Sp	R/R <sub>☉</sub>
59	166 B	A0 VII	0.015:
60	166 C	M4 Ve	0.31
61	169	M1 Ve	0.62
62	169.1A	M4 Ve	0.31
63	169.1B	F3 VII	
64	176	M3 Ve	0.39
65	178	F6 V	1.29**
66	183	K3 V	0.82
67	185 A	M1 V	0.62
68	185 B	M2 V:	0.49
69	191	M0 V	0.32**
70	203	M5 V*	0.26:.
71	205	M1 Ve	0.79**
72	212	M2 V	0.49
73	213	M4 V	0.32**
74	216 A	F6 V	1.20**
75	216 B	K2 V	0.76**
76	- C	M6 V:	0.19
77	- D	M3 V:	0.39
78	222 A	G0 V	1.48*
79	- B	(K4-M5) V:	0.2-0.8
80	223.2	(K-M) VIIe,	
81	1087	G2 VII,	
82	226	M2 V	0.49
83	228 A	M3 V	0.51**
84	228 B	M4 V:	0.31
85	229	M1 Ve	0.69**
86	231	G5 V	0.91**
87	232	M6 V #	0.20**
88	234 A	M4 Ve	0.31
89	234 B	M8 V:	0.1
90	239	M1 V	0.48**
91	244 A	A1 V	1.68*
92	244 B	B9 VII	0.008:
93	250 A	K6 V	1.07**
94	250 B	M2 V:	0.63**
95	251	M4 V	0.38**
96	257 A	M4 V #	0.31
97	257 B	M4 V #	0.31
98	1093	M7 V*	0.10
99	268	M5 Ve	0.24
100	—	M6 V:	0.19
101	272	M2 V	0.49
102	273	M4 V	0.35**
103	275.1	M0 V	0.65
104	275.2A	M5 VI	
105	275.2B	K5 VII	
106	280 A	F5 IV	2.19**
107	280 B	F1 VII	0.012:
108	- C	> G6 VII/M V/ VI:,	
109	283 A	F2 VII,	
110	283 B	M V/ VI #	< 0.7
111	285	M4 Ve	0.30**
112	1103 A	M6 V*	0.21:.
113	1103 B	M8 V:	0.1
114	293	(K-M) VII,	
115	1105	M5 V*	0.27:.
116	299	M5 V	0.19**
117	300	M V/ VI #	<0.7
118	1111	M8 V*	0.11**

Продолжение табл. 3

Zkh	GI/WEPP	Sp	R/R <sub>0</sub>
119	316.1	M8 V/ VI #	~0.10
120	317	M V/ VI #	< 0.7
121	318	A6 VII	
122	330	M5 V	0.24
123	1116 A	M7 V*	0.10
124	1116 B	M7 V*	0.10
125	338 A	M0 Ve	0.69**
126	338 B	M0 Ve	0.68**
127	1123	M5 V*	0.22::
128	341	M0 V	0.65
129	352 A	M4 V	0.31
130	352 B	M4 V	0.31
131	356 A	G8 IVe	0.85**
132	356 B	M5 V:	0.24
133	357	K VI #	
134	1128	M6 V*	0.20::
135	367	M4 V #	0.31
136	378	M2 V	0.49
137	380	K7 Ve	0.81**
138	381	M0 V	0.65
139	382	M2 V	0.49
140	386	M0 V	0.65
141	388	M4 Ve	0.50**
142	393	M2 V	0.52**
143	399	M V/ VI #	< 0.7
144	1138	M5 V*	0.23::
145	402	M5 V	0.24
146	—	M6 V:	0.19
147	406	M6 Ve	0.14**
148	408	M3 V	0.43**
149	411	M2 Ve	0.47**
150	412 A	M2 Ve	0.50**
151	412 B	M5 Ve	0.24
152	413.1	M V/ VI #	< 0.7
153	423 A	≥ G0 Ve:	< 1.1
154	423 B	≥ G0 Ve:	< 1.1
155	—	>> G0 V:	<< 1
156	—	>> G0 V:	<< 1
157	424	M1 V	0.55**
158	425 A	M0 V	0.65
159	425 B	M4 V:	0.31
160	429.1	G7 V	1.01
161	432 A	K0 V	0.93
162	432 B	M7 V:	0.10
163	434	G8 Ve	0.85**
164	436	M3 V	0.39
165	438	K0 VI #	
166	438.1	K2 V	0.87
167	440	A8 VII	
168	445	M4 VI	0.32**
169	447	M5 V	0.21**
170	449	F8 V	1.58**
171	1151	M6 V*	0.15::
172	450	M1 Ve	0.62
173	451 A	G8 Vp	0.56**
174	451 B	M5.5 V:	0.22
175	453	K5 V	0.87**
176	1154	M5 V*	0.26::
177	1156	M Ve	< 0.7

Продолжение табл. 3

Zkh	GI/WEPP	Sp	R/R <sub>☉</sub>
178	465	M4 V	0.46**
179	473 A	M4 Ve	0.31
180	473 B	M7 V #	0.10
181	475	G0 V	1.09
182	—	M(1-5) V:	0.2-0.6
183	477.1	K4 V	0.78
184	479	M1 V*	0.56::
185	480	M4 V	0.31
186	480.2	K4 V	0.78
187	486	M4 V	0.41**
188	487	M3 Ve	0.35**
189	492	K5 VII,	
190	493.1	M5 Ve	0.24
191	494	M2 Ve	0.49
192	501.2	G3 V	1.07
193	502	G0 V	0.98**
194	506	G6 V	0.93**
195	507 A	M0 V	0.65
196	507 B	M3 V #	0.34::
197	—	M4 V:	0.31
198	508 A	M2 Ve	0.49
199	508 B	M1 V;	0.62
200	514	M1 V	0.60**
201	518	K8 VII,	
202	519	M2 Ve	0.49
203	521	M2 V	0.49
204	526	M4 Ve	0.50**
205	534	G0 IV,	
206	—	IV/V:	≥ 0.10
207	542	K3 V	0.72**
208	555	M4 V	0.36**
209	559 A	G2 V	1.32**
210	559 B	K0 V	0.98**
211	551	M5 Ve	0.17**
212	566 A	G8 Ve	0.99
213	566 B	K5 Ve	0.74
214	570 A	K5 Ve	0.81**
215	570 B	M2 V	0.66**
216	579.1	G6 V	1.04
217	581	M5 V	0.38**
218	588	M4 V #	0.31
219	595	M5 V #	0.24
220	609	M4 V/ VI #	≤ 0.3
221	618 A	M4 V #	0.31
222	618 B	M7 V #	0.10
223	618.3	G7 V	1.01
224	620	M2 V	0.49
225	623	M3 V	0.42**
226	625	M2 V	0.49
227	628	M4 V	0.31
228	—	M5 V:	0.24
229	633	G VI/ VII #,	
230	635 A	G0 IV	2.19**
231	635 B	K0 V	0.93
232	638	K7 V	0.79**
233	644 A	M3 Ve	0.39
234	644 B	M4 Ve	0.31
235	644 C	M7 V:	0.10
236	643	M4 VI,	

Продолжение табл. 3

Zkh	GI/WEPP	Sp	R/R <sub>0</sub>
237	—	VI:	≥ 0.10
238	1207	M4 V*	0.32::
239	649	M2 V	0.49
240	654	M4 V	0.50**
241	655	M3 V/ VI #	< 0.4
242	661 A	M4 V	0.43**
243	661 B	M3 V #	0.42**
244	663 A	K0 Ve	0.93
245	663 B	K1 Ve	0.90
246	664	K5 Ve	0.78**
247	666 A	G8 V	0.99
248	666 B	M0 V	0.65
249	—	M6.5 V #	0.15
250	—	M7 V #	0.10
251	667 A	K3 V	0.82
252	667 B	K5 V	0.74
253	667 C	M2 V #	0.49
254	673	K7 V	0.89**
255	674	M2 V*	0.43**
256	678.1A	M1 V	0.62
257	678.1B	M6.5 V #	0.15
258	682	M5 V #	0.24
259	686	M1 V	0.50**
260	687	M4 V	0.47**
261	691	G5 V	1.06
262	693	M V/ VI #	< 0.7
263	694	M3 V	0.52**
264	695 A	G5 IV	1.45**
265	695 B	M4 Ve	0.31
266	695 C	M4 V	0.31
267	—	M5 V #	0.24
268	1221	G0 VII	
269	699	M5 V	0.20**
270	701	M2 V	0.48**
271	702 A	K0 Ve	1.02**
272	702 B	K5 Ve	0.71**
273	1224	M6 V*	0.17::
274	713	F7 V	1.16
275	—	G9 V	0.96
276	1227	M6 V*	0.16::
277	721	A0 V	2.79*
278	1230 A	K VII/M V/ VI #	
279	1230 B	M V/ VI/ VII #	
280	725 A	M4 V	0.31
281	725 B	M5 V	0.24
282	729	M4 Ve	0.13**
283	732.1	G8 V	0.99
284	745 A	M2 VI	0.35**
285	745 B	M2 V!	0.35**
286	747 A	M4 V	0.31
287	747 B	M5 V	0.24
288	752 A	M3 Ve	0.58**
289	752 B	M5 Ve	0.24
290	754	M7 V #	0.10
291	754.1A	A3 VIIwk	
292	754.1B	M3 V	0.39
293	1235	M5.5 V*	0.22::
294	764	K0 V	0.78**
295	766 A	M4 Ve	0.31

Окончание табл. 3

Zkh	GI/WEPP	Sp	R/R <sub>☉</sub>
296	766 B	M6 V #	0.19
297	768	A7 V	1.58**
298	1245 A	M7 V*	0.10
299	1245 B	M7 V*	0.10
300	780	G5 IV	1.23**
301	783 A	K3 V	0.71**
302	783 B	M5 V	0.24
303	784	M0 V	0.68**
304	785	K0 V	0.79**
305	1253	M6 V*	0.16::
306	791.2	M6 Ve	0.19
307	—	M6 V:	0.19
308	793	M3 V	0.38
309	1256	M(4-5) V	0.2-0.3
310	803	M0 Ve	0.56**
311	799 A	M4 Ve	0.31
312	799 B	M4 Ve	0.31
313	799.1	A4 VII,	
314	809	M2 Ve	0.62**
315	820 A	K5 Ve	0.74
316	820 B	K7 Ve	0.68
317	825	M0 Ve	0.72**
318	827	F6 V	1.00**
319	829	M4 Ve	0.50**
320	831	M4 Ve	0.31**
321	832	M1 V	0.49**
322	1264	M2 Ve	0.49
323	841.1	K5 V	0.74
324	842.1	K2 V	0.87
325	844	M4 V	0.31
326	845	K4 Ve	0.74**
327	846	K8 Ve	0.85**
328	849	M3 V	0.59**
329	852 A	M4 Ve	0.31
330	852 B	M7 Ve	0.10
331	860 A	M4 V	0.35**
332	860 B	M4 Ve	0.22**
333	866	M6 Ve	0.22**
334	867 A	M2 Ve	0.49
335	867 B	M4 Ve	0.31
336	-C	M3 V:	0.39
337	873	M5 Ve	0.24
338	876	M5 V	0.24
339	1276	M7 V*	0.10
340	877	K VI #	
341	1277	M3 V*	0.40::
342	879	K5 Ve	0.85**
343	880	M2 Ve	0.49
344	—	M2 V:	0.49
345	881	A3 V	1.51*
346	884	M1 V	0.78**
347	887	M2 Ve	0.62**
348	892	K3 V	0.89**
349	896 A	M4 Ve	0.31
350	896 B	M6 Ve	0.19
351	1286	M7 V*	0.10
352	902	K3 V	0.71**
353	905	M6 Ve	0.19**
354	1289	M5 V*	0.27::
355	908	M2 Ve	0.46**

справедливо  $M_V \gg 4.8^m = \langle M_V \rangle_{\text{GOV}}$ , т. е. система содержит заниженное содержание тяжелых ядер по сравнению с элементным содержанием звезд окрестностей Солнца.

В табл. 3 приведены также данные о радиусах звезд, вычисленных: прямыми методами — (отмечено знаком \*), фотометрическим методом — (\*\*, данные [41]), для белых карликов по диаграмме «масса—радиус» (:), для красных карликов главной последовательности по зависимости «цвет—светимость» (::), исходя из оценок спектров — (<, >, ~, ≤, ≥); по зависимости «радиус — эффективная температура» (без индексов).

### ВЫВОДЫ

1. В пределах 25 пк от Солнца прямыми методами измерены радиусы менее 0.5 % общего числа ожидаемых звезд (36 звезд, включая Солнце).

2. В сфере с радиусом 10 пк ожидается примерно 500 звезд, исходя из оценок средней звездной плотности в окрестностях Солнца [5, 6]. Звезды с вычисленными радиусами составляют около 60 % (307 звезд, включая Солнце), из которых около 1 % измерены прямыми методами.

3. Спектральные измерения, применение теоремы Фогта — Рессела и различных статистических связей между основными характеристиками звезд позволили определить 326 и оценить 30 спектров звезд в радиусе 10 пк от Солнца, из них 304 звезд содержат одновременно информацию о радиусах, спектральных классах и классах светимости.

4. Приведенный в табл. 3 список звезд статистически значим по количеству звезд, а по относительному числу — более представительен, чем выборки звезд, основанные на больших радиусах сфер околосолнечного пространства. Таким образом, приведенные данные могут быть полезны при различных статистических исследованиях, где требуется высокая степень достоверности представительности звезд слабых светимостей.

5. Глубокие обзоры слабых источников от далекого видимого до близкого ИК-диапазонов в поле Галактики и близких рассеянных скоплениях, позволили по вычисленным эффективным температурам обнаружить более двух сотен субзвезд (см., например, [8, 30, 39, 47]). Это поздние М-карлики, L- и T-карлики, шкала эффективных температур которых не согласуется с попперовской. Необходима увязка эффективных температур красных карликов и субзвезд со спектральной МК-классификацией. Предлагаемая статья может быть положена в основу для выполнения такой работы.

1. Аллен К. У. Астрофизические величины: Пер. с англ.—2-е изд., переработ. и доп. — М.: Мир, 1977.—448 с.
2. Богданов М. Б., Скляр Ю. А. Использование данных фотометрической регистрации покрытий звезд Луной в астрометрии и астрофизике // Вопр. теор. и ядерн. физ.—1980.—№ 7.—С. 132—142.
3. Браун Р. Х. Измерение угловых диаметров звезд // Успехи физ. наук.—1972.—108, вып. 3.—С. 529—547.
4. Дудинов В. Н., Еохин В. Н., Коничек В. В. и др. Результаты спекл-интерферометрии на БТА // Астрон. циркуляр.—1980.—№ 1134.—С. 4—6.
5. Захожай В. А. Статистические свойства ближайших звезд: Дис. ... канд. физ.—мат. наук. — Л., 1987.—206 с. —Машинопись.
6. Захожай В. А. Статистические свойства звезд и кратных систем в области 10 пк // Астрономо-геодезические исследования: Близкие двойные и кратные звезды. — Свердловск: УрГУ, 1990.—С. 44—54.
7. Захожай В. А. Массы ближайших звезд // Кинематика и физика небес. тел.—1994.—10, № 2.—С. 68—73.
8. Захожай В. А. Роль субзвезд в эволюции Галактики // Вісник астрон. школи.—2001.—2, № 1.—С. 34—44.



9. Захожай В. А., Шапаренко Э. Ф., Васильев В. П., Васильева Л. В. ИК-источники в окрестностях Солнца // Кинематика и физика небес тел.—1994.—10, № 2.—С. 74—85.
10. Крат В. А. Фотометрические двойные звезды (затменные переменные) // Курс астрофизики и звездной астрономии / Под ред. А. А. Михайлова. — М.: Физматгиз, 1962.—Т. 2.—С. 96—138.
11. Кузьменков С. Г., Вакулик В. Г. Измерение угловых диаметров звезд. Возможности 6-метрового телескопа // Вестн. Харьков. ун-та. Методы обработки астрономических и космических изображений.—1981.—№ 223.—С. 47—55.
12. Ленг К. Астрофизические формулы: Пер. с англ. — М.: Мир, 1978.—Т. 2.—384 с.
13. Мартынов Д. Я. Курс практической астрофизики.—3-е изд., перераб. — М.: Наука, 1977.—544 с.
14. Новини космічних агентств світу // Космічна наука і технологія.—2001.—7, № 2/3.—С. 112—116.
15. Свечников М. А. Каталог орбитальных элементов масс и светимостей тесных двойных звезд. — Иркутск: ИГУ, 1986.—225 с.
16. Свечников М. А., Бессонова Л. А., Дубинина Н. А. Некоторые результаты статистических исследований затменных переменных звезд. 1. Изучение разделенных систем главной последовательности // Науч. информации.—1982.—Вып. 50.—С. 56—97.
17. Свечников М. А., Кузнецова Э. Ф. Каталог приближенных фотометрических и абсолютных элементов затменных переменных звезд. // Свердловск: УрГУ, 1990.—Т. 1—224 с.
18. Свечников М. А., Кузнецова Э. Ф. Каталог приближенных фотометрических и абсолютных элементов затменных переменных звезд. — Свердловск: УрГУ, 1990.—Т. 2.—232 с.
19. Свечников М. А., Тайдакова Т. А. О зависимости масса — спектр для звезд главной последовательности // Астрон. журн.—1984.—61, вып. 1.—С. 143—151.
20. Шалонж Д. Непрерывные звездные спектры и классификация звезд // Астрон. журн.—1956.—23, № 4.—С. 490—505.
21. Шиголов Б. М. Математическая обработка наблюдений. — М.: Физматгиз, 1960.—344 с.
22. Barnes T. G., Evans D. S. Stellar angular diameters and visual surface brightness. 1 // Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.—1976.—174.—P. 489—502.
23. Barnes T. G., Evans D. S., Parsons S. R. Stellar angular diameters and visual surface brightness. 2 // Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.—1976.—174.—P. 503—512.
24. Barnes T. G., Evans D. S., Moffett T. J. Stellar angular diameters and visual surface brightness. 3 // Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.—1978.—183.—P. 285—304.
25. Batten A. B., Fletcher J. M., Mann P. J. Seventh catalogue of the orbital elements of spectroscopic binary systems // Publ. Domin. Astrophys. Observ. Victoria.—1978.—15, N 5.—P. 121—296.
26. Bohm D. Derivation of angular diameters of stars from lunar occultations // Astron. Nachr.—1978.—299, N 5.—P. 243—258.
27. Bonneau D. Experience acquise en interferometrie optique a deux telescopes // J. Opt.—1979.—10, N 6.—P. 311—316.
28. Brown R. H., Davis J., Allen L. R. The angular diameters of 32 stars // Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.—1974.—167, N 1.—P. 121—236.
29. Brown R. H., Twiss R. Q. Interferometry of the intensity fluctuations in lighth. 2. An experimental test of the theory for partially coherent light // Proc. Roy. Soc., Ser. A.—1958.—243, N 1234.—P. 291—319.
30. Burgasser A. J. Discovery of four field methane (T-type) dwarfs with the two micron all-sky survey // Astrophys. J. Lett.—1999.—522, N 1.—P. L65—L68.
31. Fracassini M., Paasinetty L. E., Manzolini F. Catalogue of apparent diameters and absolute radii of stars (CADARS) // Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.—1981.—45.—P. 145—174.
32. Gliese W. Catalogue of nearby stars. — Karlsruhe: Braun, 1969.—118 p.
33. Gliese W. Smethell's stars nearer than 25 parsecs // Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.—1981.—44.—P. 131—135.
34. Gliese W., Jahreiss H. Nearby star data published 1969—1978 // Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.—1979.—38.—P. 423—448.
35. Gliese W., Jahreiss H. Catalogue of nearby stars.—3-rd Ed. — Data Centre, 1993.—CD-ROM. Selected Astronomical Catalogs. Vol. 1.
36. Grossman A. S. Evolution of low-mass stars. I. Contraction to the main sequence // Astrophys. J.—1970.—161, N 2.—P. 619—632.
37. Henry Draper Catalogue // Harv. Ann.—1918—1924.—91—99.
38. Hummel C. A., Armstrong G. T., Quirrenbach A., et al. Very high precision orbit of Capella by long base-line interferometry // Astron. J.—1994.—107.—P. 1859—1867.
39. Kirkpatrick J. D., Reid I. N., Laebers J., et al. 67 additional L dwarfs discovered by the two micron all sky survey // Astron. J.—2000.—120, N 1.—P. 447—472.
40. Labeyrie A. Attainment of diffraction limited resolution in large telescopes by Fourier analysing speckle patterns in star image // Astron. and Astrophys.—1970.—6, N 1.—P. 85—87.

41. *Lacy C. H.* Radii of nearby stars: an application of the Barnes—Evans relation // *Astrophys. J. Suppl. Ser.*—1977.—34, N 4.—P. 479—492.
42. *Michelson A. A., Pease F. G.* Measurement of the diameter of  $\alpha$  Orionis with interferometer // *Astrophys. J.*—1921.—53.—P. 249—259.
43. *Morgan W., Keenan P., Kellman E.* An Atlas of Stellar Spectra with an outline of spectral classification. — Chicago, Illinois, 1943.—35 p.
44. *Ostriker J. P., Peebles P. J. E.* A numerical study of the stability of flattened galaxies: or, can cold galaxies survive? // *Astrophys. J.*—1973.—186, N 2.—P. 467—480.
45. *Pease F. G.* Interferometer methods in astronomy // *Eigebn. Exachn. Naturewiss.*—1931.—10.—P. 84—96.
46. *Popper D. M.* Stellar masses // *Annu. Rev. Astron. and Astrophys.*—1980.—18.—P. 115—164.
47. *Tsvetanov Z. I., Galimovski D. A., Zeng W., et al.* Discovery of a second field methane brown dwarf from sloon digital sky survey commissioning data // *Astrophys. J.*—2000.—531, N 1.—P. L61—L66.
48. *Woolley R., Epps E. A., Penson M. J., Poccock S. B.* Catalogue of stars within twenty-five parsecs of the Sun // *Roy. Observ. Bull.*—1970.—N 5.—228 p.
49. *Worden S.* Digital analysis of speckle photographs: the angular diameter of Arcturus // *Publ. Astron. Soc. Pacif.*—1976.—88.—P. 69—72.
50. *Zakhozaj V. A.* The distribution of multiple systems in the neighbourhood of the Sun // *Astron. Astrophys. Transact.*—1995.—7.—P. 167—170.

Поступила в редакцию 02.09.02