

УДК 524.388:520.872

## GJ 900 — НОВАЯ ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С МАЛОМАССИВНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

© 2007 Е. В. Малоголовец<sup>1</sup>, Ю. Ю. Балегга<sup>1</sup>,  
Д. А. Растегаев<sup>1</sup>, К.-Х. Хофманн<sup>2</sup>, Г. Вайгельт<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Специальная астрофизическая обсерватория, Нижний Архыз, 369167, Россия

<sup>2</sup>Институт радиоастрономии общества Макса Планка, Бонн, Германия

Поступила в редакцию 17 января 2007; принята в печать 23 января 2007

В результате спекл-интерферометрических наблюдений на БТА в 2000 г. обнаружена тройственность близкой ( $\pi_{Hip} = 51.80 \pm 1.74$  мсд) маломассивной молодой ( $\approx 200$  млн. лет) звезды GJ 900. Наблюдаемая в момент открытия конфигурация тройной системы допускала ее возможную динамическую неустойчивость. По измерениям разностей блеска, выполненным с 2000 по 2004 гг., получены абсолютные звездные величины в фильтрах *I* и *K* и спектральные классы компонентов:  $I_A = 6.66 \pm 0.08$ ,  $I_B = 9.15 \pm 0.11$ ,  $I_C = 10.08 \pm 0.26$ ,  $K_A = 4.84 \pm 0.08$ ,  $K_B = 6.76 \pm 0.20$ ,  $K_C = 7.39 \pm 0.31$ ,  $Sp_A \approx K5 - K7$ ,  $Sp_B \approx M3 - M4$ ,  $Sp_C \approx M5 - M6$ . По зависимости “масса–светимость” оценены индивидуальные массы членов системы:  $M_A \approx 0.64M_\odot$ ,  $M_B \approx 0.21M_\odot$ ,  $M_C \approx 0.13M_\odot$ . На основе наблюдений движения компонентов в период 2000–2006 гг. сделан вывод, что GJ 900 является иерархической тройной звездой с вероятными периодами орбит  $P_{A-BC} \approx 80$  лет,  $P_{BC} \approx 20$  лет. Из анализа 2MASS-снимков области вокруг GJ 900 сделано предположение, что в систему могут входить и другие компоненты очень низкой светимости.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В окрестностях Солнца М-карлики составляют около 70% населения по численности и не менее 40% по массе. Время жизни звезд самой низкой светимости на Главной последовательности превышает возраст Вселенной, поэтому они являются хорошими кандидатами для изучения свойств галактического диска, включая и историю формирования звезд в локальном объеме.

Изучение молодых М-карликов поля может привести к обнаружению систем, содержащих коричневые карлики. Интерес к поиску и исследованию кратных систем с субзвездными компонентами с момента открытия первого коричневого карлика GJ 229B [1] постоянно растет. Очевидно, что такие объекты обнаружимы на небольшом удалении от Солнца. Примером является пара коричневых карликов GJ 569B, для которой первая орбита и динамические массы оценены по данным наблюдений трех крупнейших телескопов: БТА, Keck II и MMT [2].

До недавнего времени наиболее представительной выборкой эмпирических данных о массах и светимостях холодных карликов, полученных разными методами наблюдений, оставался обзор [3]. За последние годы в литературе появились новые

данные об основных характеристиках самых маломассивных звезд в двойных и кратных системах. Они получены в результате комбинирования различных наблюдательных методов: построение изображений с применением адаптивной оптики в сочетании с точными измерениями лучевых скоростей [4], интерферометрия (спекл и длиннобазовая) вместе с лучевыми скоростями [5, 6], космическая астрометрия с помощью датчиков точного ведения телескопа *Hubble* [7, 8]. Эти работы позволили существенно уточнить основные эмпирические зависимости [9], в частности, зависимость “масса–светимость”, которая имеет важное значение как для изучения характеристик отдельных звезд, так и звездного населения Галактики в целом.

В 1998 году на телескопе БТА был начат спекл-интерферометрический обзор маломассивных двойных и заподозренных в двойственности систем [10], обнаруженных астрометрическим спутником *Hipparcos* [11]. Наблюдения выполнялись в видимом и инфракрасном диапазонах спектра. Целью исследования было выделение пар с быстрым относительным движением компонентов, для которых за сравнительно короткое время можно определить не зависящие от модели динамические массы. В дополнение к измерениям относительных положений компонентов с точностями порядка 1–2 миллизекунды дуги (мсд) нами для большинства

Таблица 1. Таблица наблюдений

Дата	$\beta$ угл. сек.	N	Фильтр
2000.8754	1.5	900	<i>I</i>
2003.7880	1	1000	<i>K</i>
2003.9248	1.5	2000	<i>I</i>
2004.8208	1	2000	<i>I</i>
2006.9465	1	2000	<i>V</i>
2006.9465	1	2000	<i>I</i>

двойных получены разности блеска в полосах *V*, *R*, *I*, *J*, *H*, *K*. Одним из объектов этой программы является красная звезда GJ 900=Hip 116384, для которой в каталоге [11] приводится параллакс  $\pi_{Hip} = 51.80 \pm 1.74$  мсд. По результатам астрометрии *Hipparcos* звезда была заподозрена в двойственности по ряду признаков (флаг *S* в каталоге [12]), поэтому она была включена в нашу программу.

Первые же интерферометрические наблюдения на БТА в ноябре 2000 года показали, что GJ 900 — тройная система [13]. На восстановленном изображении два более слабых компонента расположены на удалении  $0.5''$  и  $0.7''$  от главной звезды. Компактная конфигурация системы GJ 900 может указывать на ее принадлежность к классу динамически нестабильных кратных звезд. Однако необходимо учитывать, что компоненты могут быть равноудалены лишь в проекции на картинную плоскость. Для проверки данных предположений система была включена в программу мониторинга относительного движения компонентов.

В 2002–2003 гг. Мартин [14] выполнил наблюдения GJ 900 с помощью адаптивной оптики на телескопе Subaru и подтвердил наличие двух слабых спутников центрального объекта. По итогам двух наблюдений в инфракрасных полосах *H* и *K*, разделенных временным интервалом всего 5 месяцев, он сделал вывод, что система является динамически связанной.

В данной работе мы приводим результаты интерферометрических измерений позиционных параметров и разностей блеска компонентов GJ 900 в период с ноября 2000 по декабрь 2006 гг., определяем абсолютные звездные величины и оцениваем массы звезд. По результатам выполненных наблюдений рассмотрен вопрос о возможной динамической устойчивости системы.

## 2. НАБЛЮДЕНИЯ И АНАЛИЗ ДАННЫХ

Спекл-интерферометрические наблюдения GJ 900 на БТА выполнялись в фильтрах *V* ( $\lambda/\Delta\lambda=550/30$  нм), *I* ( $\lambda/\Delta\lambda=800/100$  нм) и *K* ( $\lambda/\Delta\lambda=2115/214$  нм), где  $\lambda$  — центральная длина волны,  $\Delta\lambda$  — полуширина пропускания. С 2000 по 2004 гг. в качестве детектора оптического диапазона использовалась быстродействующая ПЗС-камера на базе матрицы Sony ICX085 форматом  $512 \times 512$  элементов в комбинации с трехкамерным электронно-оптическим преобразователем. В наблюдениях 2006 года нами применялась новая система на основе EMCCD (Electron Multiplying Charge Coupled Device), имеющая более высокую квантовую эффективность и линейность. Для первой и второй системы масштабы изображения соответствовали  $4.1$  мсд/элемент и  $6.7$  мсд/элемент. Время регистрации спекл-интерферограмм варьировалось от 5 до 20 мс в зависимости от яркости объекта и атмосферного качества изображений. Наблюдения в ИК-области выполнялись с использованием инфракрасного приемника HAWAII Боннского института радиоастрономии. В табл.1 приведены данные об условиях наблюдений, где для каждого измерения указаны: дата в долях бесселианского года, качество изображений  $\beta$  в угловых секундах, количество накопленных спекл-интерферограмм в каждой серии, параметры фильтра  $\lambda/\Delta\lambda$  в нм.

Угловые расстояния  $\rho$  и позиционные углы  $\theta$ , а также разности блеска между компонентами  $\Delta m$  по данным спекл-интерферометрии на БТА приведены в табл. 2. В связи с низким отношением сигнал/шум в измерениях 2006.9465 в *V*-полосе позиционные параметры для этой даты в таблице не приводятся. Методика определения относительных положений и разностей звездных величин компонентов из усредненных по серии спектров мощности спекл-интерферограмм описана в работе [10]. Дифракционный предел разрешения был равен  $0.022''$ ,  $0.033''$  и  $0.088''$  в фильтрах *V*, *I* и *K* соответственно.

Точность измерения позиционных параметров составляла  $0.3$ – $1.0^\circ$  по позиционному углу  $\theta$  и  $3$ – $8$  мсд по угловому расстоянию  $\rho$ . Ошибка измерений  $\theta$  и  $\rho$  зависит от ряда параметров: расстояния между компонентами, разности блеска, качества изображения  $\beta$ . Точность определения разности блеска по восстановленному спектру мощности — также функция этих же параметров. Обычно для объектов с  $m_V = 8$ – $10$  она изменяется в пределах от  $0.05$  до  $0.2$  звездной величины. Для полного восстановления изображений, включающего реконструкцию модуля и фазы, использовался метод биспектрального анализа серии спекл-интерферограмм [15, 16]. На рис. 1 приведены вос-

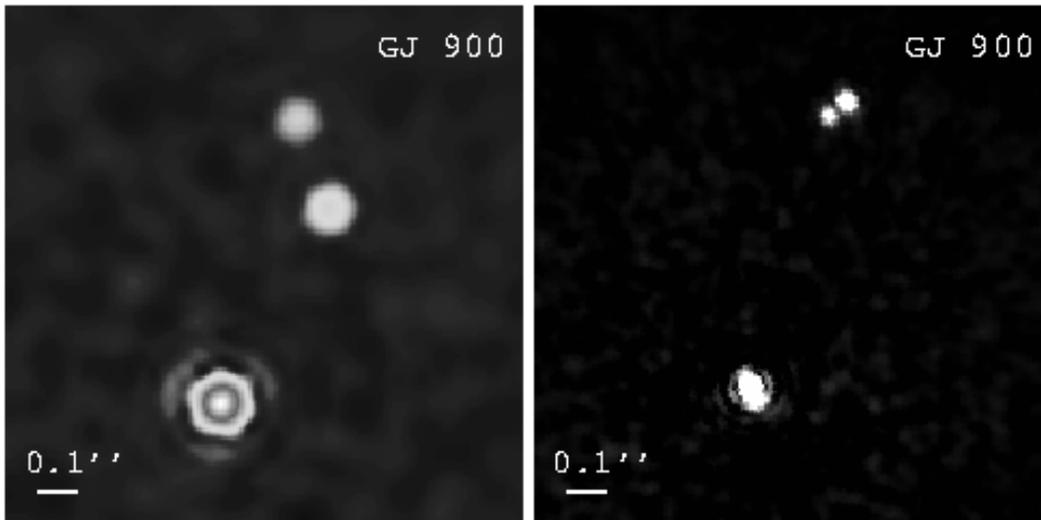


Рис. 1. Восстановленные изображения GJ 900 по данным наблюдений на БТА в августе 2003 г. в фильтре  $K$  (слева) и в декабре 2006 г. в фильтре  $I$  (справа). На картинке север вверху, восток слева.

становленные изображения GJ 900, полученные в  $K$ - и  $I$ -полосе в наблюдениях 2003 и 2006 годов.

Для уточнения интегрального спектрального класса системы в октябре 2006 г. на спектрографе UAGS телескопа Цейсс-1000 был получен спектр объекта в диапазоне  $3600 - 6200 \text{ \AA}$  (рис. 2) с дисперсией  $1.35 \text{ \AA/элемент}$ .

### 3. АБСОЛЮТНЫЕ ЗВЕЗДНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ, МАССЫ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ КЛАССЫ КОМПОНЕНТОВ

Для вычисления абсолютных звездных величин компонентов GJ900 в  $I$ - и  $K$ -полосах использовались данные дифференциальной спеклфотометрии на БТА (табл. 2) и интегральные звездные величины системы в этих фильтрах, взятые из литературы. Для полноты в таблицу также включены данные из работы [14]. Результаты определений разностей блеска с применением спекл-интерферометрии на БТА и адаптивной оптики на телескопе Subaru в целом согласуются. Вместе с тем данные дифференциальной фотометрии не исключают возможную переменность одного или нескольких компонентов системы. Интегральная звездная величина в  $I$ -полосе, полученная из показателя цвета системы  $V - I = 1.65$  [17] и видимой звездной величины из работы [18], равна  $m_I = 7.94$ . Интегральная звездная величина в  $K$ -полосе равна  $m_K = 6.01 \pm 0.01$  [19]. Комбинируя эти данные с параллаксом *Hipparcos* и разницей блеска, получаем следующие оценки абсолютных звездных величин компонентов GJ 900:

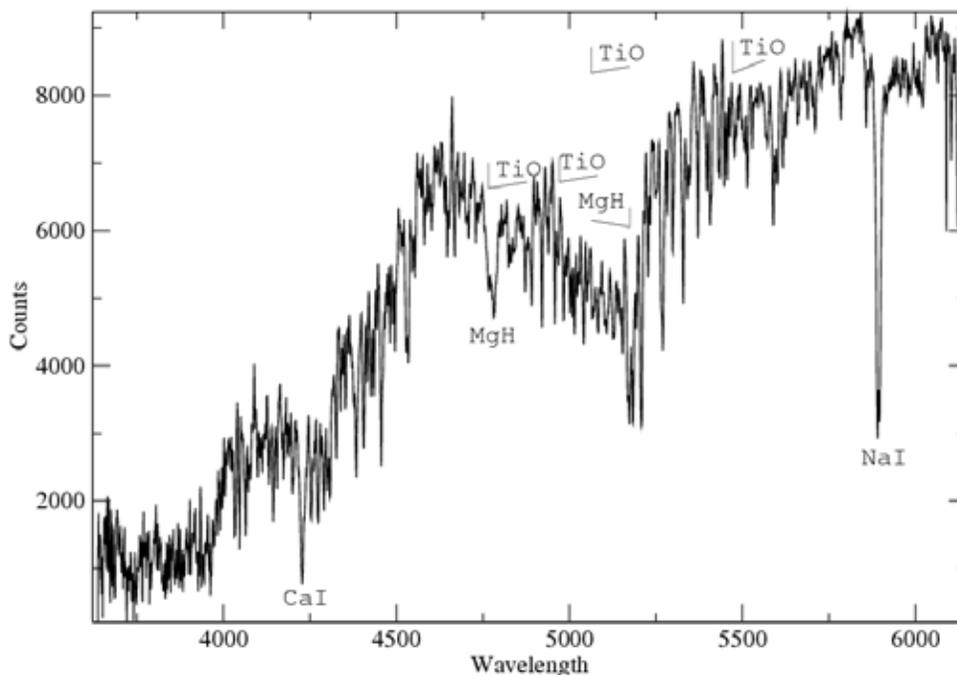
$$I_A = 6.66 \pm 0.08, K_A = 4.84 \pm 0.08, \\ I_B = 9.15 \pm 0.11, K_B = 6.76 \pm 0.20,$$

$I_C = 10.08 \pm 0.26, K_C = 7.39 \pm 0.31$ , где для  $I$ -полосы использовалось среднее двух наблюдений на БТА:  $\Delta m_I^{AB} = 2.49 \pm 0.07$ ,  $\Delta m_I^{AC} = 3.42 \pm 0.24$ . Исходя из разностей блеска, полученных с применением адаптивной оптики [14], были получены  $H$ -величины компонентов:

$$H_A = 5.11 \pm 0.08, \\ H_B = 6.85 \pm 0.09, \\ H_C = 7.54 \pm 0.15.$$

Светимости компонентов позволяют оценить массы звезд по зависимости “масса–светимость”, однако для этого нам необходимо знать возраст и металличность системы.

Гизис и др. [20], сравнив активность большой выборки близких  $M$ -карликов поля с активностью  $M$ -карликов в рассеянных скоплениях, смогли прокалибровать зависимость “возраст–активность”. Исходя из зависимости  $V - I = -6.91 + 1.05 * \log(\tau)$ , получаем для  $m - M = 1.43$  возраст  $10^8$  млн. лет. Еще одним индикатором активности звезд поздних классов является их рентгеновская светимость. По наблюдениям *ROSAT* для GJ 900 светимость  $L_x = 108.8 \times 10^{27} \text{ эрг с}^{-1}$  [21]. Это значение соответствует возрасту  $M$ -карликов 100–200 млн. лет. Хорошими индикаторами активности звезд, а следовательно, и возраста, являются потоки в линиях  $\text{CaII H}$  и  $\text{K}$  и  $\text{MgII h}$  и  $\text{k}$  [22, 23]. Однако для звезд спектральных классов позднее  $K$  зависимостей от возраста для данных индикаторов не построено. Единственным выходом остается сравнение GJ 900 со звездами с похожими спектрами, для которых возраст определен другими методами. В работе [24] для GJ 900 приводится поток в линиях  $\text{CaII H}$  и  $\text{K}$ :  $\log(F_{\text{CaII}}) = 5.18 \text{ эрг с}^{-1} \text{ см}^{-2}$ . Поток в



**Рис. 2.** Спектр GJ 900 в диапазоне 3600 – 6200 Å, полученный на спектрографе UAGS телескопа Цейсс-1000 в октябре 2006 г. Отмечены наиболее сильные линии и полосы поглощения: TiO, MgH, CaI и NaI.

линии MgII  $\log(F_{MgII}) = 5.83$  эрг  $\text{с}^{-1} \text{см}^{-2}$  взят из работы [25]. Для сравнения мы выбрали две звезды схожих спектральных классов: GJ 212 и GJ 879, возраст которых определен по кинематике, изохронам, содержанию лития и варьируется от 100 до 200 млн. лет. Потоки в линиях CaII H и K в этих звездах равны  $\log(F_{CaII}) = 5.49$  эрг  $\text{с}^{-1} \text{см}^{-2}$  [26, 27] и  $\log(F_{CaII}) = 5.97$  эрг  $\text{с}^{-1} \text{см}^{-2}$  [28, 29] соответственно. В линиях MgII h и k они составляют  $\log(F_{MgII}) = 5.36$  эрг  $\text{с}^{-1} \text{см}^{-2}$  [25] и  $\log(F_{MgII}) = 5.98$  эрг  $\text{с}^{-1} \text{см}^{-2}$  [25]. Совпадение потоков от GJ 900 в линиях CaII H и K, MgII h и k с таковыми для GJ 212 и GJ 879 также свидетельствует о близости возраста звезды к 100 млн. лет.

Согласно [30] GJ 900 является возможным членом движущейся группы Ближний Киль, возраст которой также оценивается в  $200 \pm 50$  млн. лет. Однако принадлежность звезды к данной группе вызывает сомнение. Лучевая скорость GJ 900 составляет  $-10$  км/сек и сильно отличается от скорости ядра группы  $+20$  км/сек [30]. Расстояние до центра движущейся группы равно  $30\text{--}50$  пк, в то

время как GJ 900 удалена от нас всего на 19 пк. Кроме того, эквивалентная ширина LiI  $\lambda 6708$  [31] для GJ 900 в десятки раз меньше, чем у основных членов группы.

Отметим также работу Мартина [14], в которой, опираясь на результаты кинематического обзора [32], оценивается возраст звезды в  $50\text{--}100$  млн. лет.

Таким образом, все имеющиеся наблюдательные данные говорят о том, что GJ 900 является молодой системой с возрастом около  $200 \pm 100$  млн. лет.

Так как GJ 900 является близкой ( $r=19.3$  пк) к Солнцу звездой и относится к населению галактического диска, то можно предположить у нее близкое к солнечному содержание металлов. Это предположение подтверждают результаты анализа спектров системы в работе [31], где авторами приводится металличность звезды  $[M/H] = -0.1 \pm 0.2$ .

Зборил и Бирн [31] определили эффективную температуру GJ 900 по чувствительным фотосферным линиям и молекулярным полосам с учетом поверхностной силы тяжести и микротурбулентности. Их оценка,  $T_{eff} = 4000$  К, на  $200$  К ниже, чем величина, определенная по индексам  $B - V$  и

Таблица 2. Спекл-интерферометрические измерения и измерения с адаптивной оптикой GJ 900

Дата ВУ	Вектор компонентов	$\rho$ мсд	$\sigma_\rho$ мсд	$\theta^\circ$	$\sigma_\theta$	$\Delta m$	$\sigma_{\Delta m}$	Фильтр	Ссылка
2000.8754	AB	417	3	316.4	0.4	2.42	0.15	<i>I</i>	[13]
	AC	716	5	344.3	0.4	3.65	0.22		
	BC	399	6	13.6	0.6				
2002.5990	AB	510	10	324.5	0.1	1.78	0.02	<i>H</i>	[14]
	AC	760	10	344.0	0.1	2.55	0.03		
2002.5990	AB	510	10	324.5	0.1	1.61	0.03	<i>K</i>	[14]
	AC	760	10	344.0	0.1	2.38	0.04		
2003.0480	AB	520	20	327.4	0.1	1.70	0.04	<i>H</i>	[14]
	AC	740	20	343.9	0.1	2.31	0.06		
2003.7880	AB	557	5	331.3	0.6	1.92	0.18	<i>K</i>	Эта работа
	AC	733	6	345.1	0.6	2.55	0.30		
	BC	234	4	19.9	1.0	0.63	0.35		
2003.9248	AB	559	4	331.7	0.4			<i>I</i>	Эта работа
	AC	726	5	345.1	0.4				
	BC	224	6	20.4	0.6				
2004.8208	AB	606	3	335.8	0.3	2.56	0.06	<i>I</i>	Эта работа
	AC	714	4	345.5	0.4	3.18	0.22		
	BC	155	5	26.7	0.5				
2006.9465	AB	751	3	342.5	0.3			<i>I</i>	Эта работа
	AC	708	8	344.7	0.7				
	BC	51	9	130.3	0.8				

$R - I$  [33]. Очевидно, что данная температура и соответствующий спектральный класс K7 относятся к главному компоненту системы.

Спекл-интерферометрические измерения разности блеска между компонентами в  $I$ -,  $K$ -полосах, а также измерения с адаптивной оптикой в  $H$ -,  $K$ -полосах позволяют оценить эффективную температуру и, следовательно, спектральный класс главного компонента с использованием калибровки зависимости между температурой и показателями цвета  $V - I$  и  $V - K$  [34]. Для оценки светимости главного компонента в  $V$ -полосе мы использовали абсолютные звездные величины в  $I$ -,  $H$ -,  $K$ -полосах и теоретические изохроны для возраста 200 млн. лет [35]. Средняя величина  $V_A$ , определенная по трем изохронам, равна  $8.35 \pm 0.07$ . Тогда, при модуле расстояния  $m - M = 1.43$ , показатели цвета главного компонента будут равны:  $(V - I)_A = 1.70 \pm 0.08$  и  $(V -$

$- K)_A = 3.52 \pm 0.09$ . Калибровка температуры по показателю цвета в работе [34] слабо зависит от металличности звезды. Предполагая солнечное содержание железа, из полученных оценок  $(V - I)_A$  и  $(V - K)_A$  температура главного компонента  $T_{eff}^A = 4079 \pm 180$  К, что соответствует карлику позднего K-класса.

Анализ спектра GJ 900, полученного на спектрометре UAGS 1-м телескопа, показал, что распределение энергии, а также относительные интенсивности отдельных сильных линий соответствуют спектральному классу K5–K7 (рис. 2). Характерными особенностями спектра являются сильные абсорбционные полосы TiO и MgH.

Для возраста 100–200 млн. лет и солнечного хим. состава, согласно эволюционным трекам  $M_I - M$  и  $M_K - M$  маломассивных звезд [35], масса главного компонента заключена в пределах

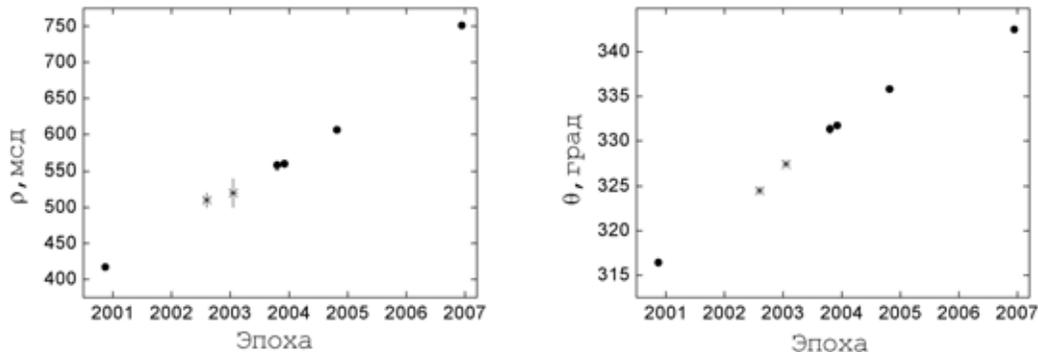


Рис. 3. Изменение углового расстояния и позиционного угла компонента GJ 900 В относительно GJ 900 А. Кругами отмечены спекл-интерферометрические измерения на БТА, звездочками — измерения с адаптивной оптикой на телескопе Subaru [14]. Отрезками обозначены ошибки измерений.

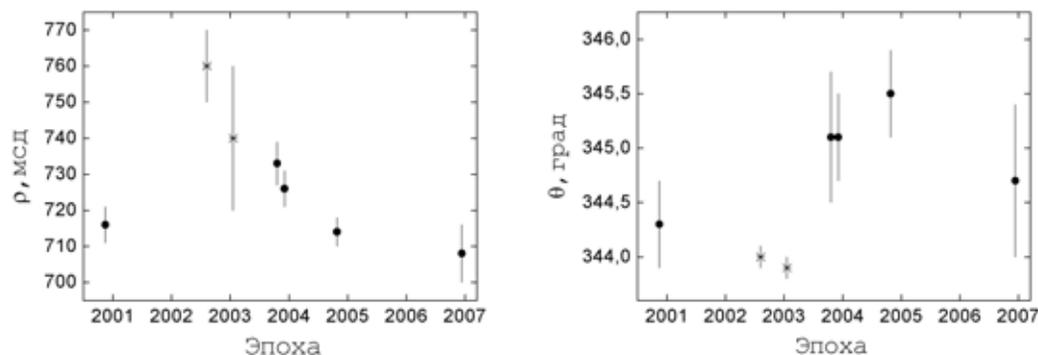


Рис. 4. То же, что на рис. 3, для компонента GJ 900 С.

от  $0.64 M_{\odot}$  до  $0.67 M_{\odot}$ . Эта величина массы наилучшим образом соответствует спектральному классу главного компонента K5–K7. Для менее массивных компонентов В и С, согласно тем же трекам, разброс масс значительно больше. Масса GJ 900 В заключена в пределах от  $0.28 M_{\odot}$  до  $0.34 M_{\odot}$ , а GJ 900 С — от  $0.16 M_{\odot}$  до  $0.24 M_{\odot}$ . Отметим, что по фотометрии звезд в К-фильтре разброс возможных величин масс оказывается большим. Полученные оценки масс соответствуют спектральным классам M3–M4, M5–M6 для второго и третьего компонентов соответственно.

#### 4. ДВИЖЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ, ВЕРОЯТНЫЕ ОРБИТАЛЬНЫЕ ПЕРИОДЫ И ДИНАМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМЫ

GJ 900 является физически связанной кратной системой. Собственное движение системы составляет  $344$  мсд/год. Если бы имела место случайная проекция компонентов, то за период с 2000 по

2006 г. компоненты В и С сместились бы относительно главного компонента А почти на  $2''$ . Однако интерферометрические наблюдения показали, что положение их изменилось незначительно (рис. 3 и 4). Из характера изменения позиционных параметров следует, что компоненты В и С образуют внутреннюю подсистему, движущуюся вместе с компонентом А относительно общего центра масс GJ 900. Среднегодовое движение компонента В относительно компонента А составило  $4.3^{\circ}$  по позиционному углу и  $55$  мсд по угловому расстоянию. Изменение положения компонента С относительно В составляет  $19.2^{\circ}/\text{год}$  по  $\theta$  и  $57$  мсд/год по  $\rho$ . Исходя из среднегодового изменения позиционных параметров, получен орбитальный период подсистемы А-ВС —  $80$  лет, а подсистемы ВС —  $20$  лет.

Вероятнее всего, плоскости орбитального движения компонентов в подсистеме ВС и компонента А расположены под большим углом относительно друг друга, что и приводит к наблюдаемой конфигурации, а GJ 900 является иерархической кратной звездой.

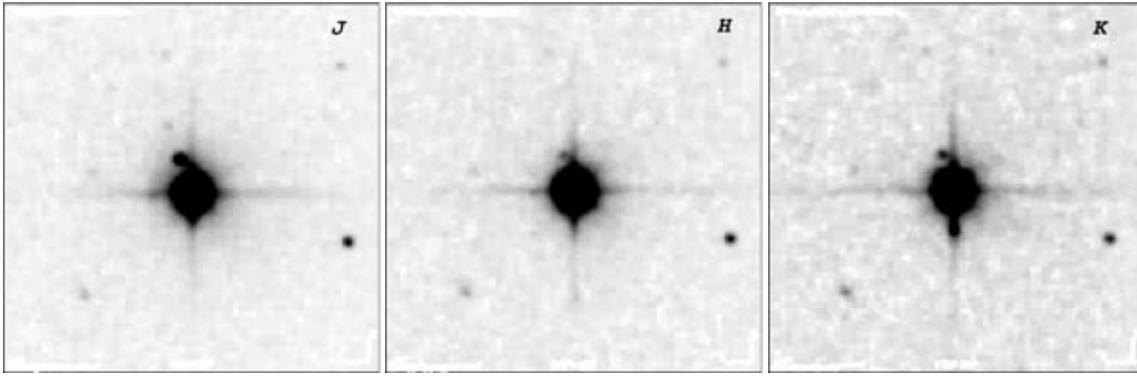


Рис. 5. 2MASS-снимки области  $2.1' \times 2.1'$  вокруг GJ 900 в фильтрах *J*, *H* и *K* [36]. На картинке — север вверх, восток — слева.

### 5. О НАЛИЧИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ В СИСТЕМЕ

Для обнаружения возможных дополнительных слабых компонентов в системе GJ 900 нами был проведен анализ снимков из обзора 2MASS [36], полученных в августе 2000 г. На снимках в полосах *J*, *H* и *K* на расстоянии  $\approx 12''$  к северо-востоку от центрального объекта виден слабый спутник 12–13-й звездной величины (рис. 5). Еще один компонент обнаружен только в *K*-полосе на удалении  $\approx 15''$  к югу от главной звезды.

Для объектов до 13-й звездной величины в каждом фильтре вероятность случайного попадания звезды в поле размером 30 угловых секунд в исследуемой области составляет порядка процента. Таким образом, с большой вероятностью система GJ 900 может оказаться четырех- или даже пятикратной. Из соотношения интенсивностей следует, что слабые компоненты могут быть поздними М-карликами.

Для проверки этой возможности в феврале 2007 года Моисеевым А.В. были проведены наблюдения окрестностей GJ 900 в фильтре *I* с помощью редуктора светосилы SCORPIO на БТА. Если компоненты не являются членами кратной системы GJ 900, то со времени получения снимков 2MASS в 2000 г. они сместятся на заметное расстояние от GJ 900. Если же их положение не изменится, то данный объект будет представлять собой уникальную молодую маломассивную кратную систему, интересную с точки зрения проверки теории звездообразования и динамической эволюции звезд. Было получено, а затем усреднено 25 десятисекундных экспозиций. Предельная величина итогового изображения составила около  $17^m$ , однако ни северо-восточный, ни южный компонент на снимке не видны. Из этого можно сделать предположение, что либо эти компоненты из 2MASS-обзора слишком красные и не видны в *I*-полосе, что подтверждается их отсутствием на снимках DSS2 в фильтре *I*,

либо в результате движения они проецируются на GJ 900. Таким образом, для окончательного вывода о принадлежности дополнительных компонентов из обзора 2MASS к системе GJ 900 необходимы фотометрические исследования в *K*-диапазоне.

### 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате спекл-интерферометрических измерений на БТА в период с 2000 по 2006 гг. показано, что GJ 900 образует гравитационно-связанную тройную звезду. Система принадлежит к населению тонкого диска Галактики с возрастом  $200 \pm 100$  млн. лет. Абсолютные звездные величины компонентов равны:  $I_A = 6.66 \pm 0.08$ ,  $I_B = 9.15 \pm 0.11$ ,  $I_C = 10.08 \pm 0.26$ ,  $K_A = 4.84 \pm 0.08$ ,  $K_B = 6.76 \pm 0.20$ ,  $K_C = 7.39 \pm 0.31$ , а их спектральные классы:  $Sp_A \approx K5 - K7$ ,  $Sp_B \approx M3 - M4$ ,  $Sp_C \approx M5 - M6$ . На основе эволюционных треков Барраффа и др. [35] вычислены массы компонентов для солнечной металличности и возраста  $200 \pm 100$  млн. лет:  $M_A \approx 0.64 - 0.67 M_\odot$ ,  $M_B \approx 0.28 - 0.34 M_\odot$ ,  $M_C \approx 0.16 - 0.24 M_\odot$ . Оценки масс и абсолютные звездные величины компонентов согласуются с результатами, полученными с применением адаптивной оптики на телескопе Subaru в *H*- и *K*-полосах [14].

Получены оценки орбитальных периодов компонентов,  $P_{BC} \approx 20$  и  $P_{A-BC} \approx 80$  лет, на основе которых сделано предположение о принадлежности GJ 900 к классу иерархических кратных звезд. Наблюдаемая конфигурация системы объясняется проекцией действительного пространственного положения компонентов на небесную сферу.

По снимкам 2MASS-обзора в *J*-, *H*- и *K*-фильтрах в системе GJ 900 обнаружены два слабых компонента на расстоянии  $12''$  и  $15''$  от центральной системы. Их принадлежность к молодой системе окончательно не установлена. Если они гравитационно связаны с тройной звездой, то в совокупности GJ 900 представляет собой молодую квантупольную систему красных карликов.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность А.Н. Буренкову за получение и обработку спектра GJ 900 на телескопе Цейсс-1000, а также А.В. Моисееву за получение прямых снимков поля вокруг GJ 900 на фокальном редукторе SCORPIO БТА. Исследования выполнены при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 07-02-01489).

В работе использовалась база данных Simbad (CDS, Страсбург, Франция).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. T. Nakajima, B. R. Oppenheimer, S. R. Kulkarni, et al., *Nature* **378**, 463 (1995).
2. M. Kenworthy, K.-H. Hofmann, L. Close, et al., *Astrophys. J.* **554**, L67 (2001).
3. T. J. Henry and D. W. McCarthy, *Astronom. J.* **106**, 773 (1993).
4. D. Segransan, X. Delfosse, T. Forveille, et al., *Astronom. and Astrophys.* **364**, 665 (2000).
5. Y. Y. Balega, J.-L. Beuzit, X. Delfosse, et al., *Astronom. and Astrophys.* **464**, 635 (2007).
6. A. F. Boden, G. Torres, and D. W. Latham, *Astrophys. J.* **644**, 1193 (2006).
7. G. Torres, T. J. Henry, O. G. Franz, and L. H. Wasserman, *Astronom. J.* **117**, 562 (1999).
8. G. F. Benedict, B. E. McArthur, O. G. Franz, et al., *Astronom. J.* **120**, 1106 (2000).
9. X. Delfosse, T. Forveille, D. Segransan, et al., *Astronom. and Astrophys.* **364**, 217 (2000).
10. I. I. Balega, Y. Y. Balega, K.-H. Hofmann, et al., *Astronom. and Astrophys.* **385**, 87 (2002).
11. M. A. C. Perryman, ESA, *The Hipparcos and Tycho Catalogues* (ESA Publ. Division, SP-1200, 1997).
12. L. Lindegren, in *Proceedings of the ESA Symposium "Hipparcos - Venice'97"*, 13-16 May, Venice, Italy (ESA SP-402, Venice, 1997), p. 13-18.
13. I. I. Balega, Y. Y. Balega, A. F. Maksimov, et al., *Bull. Spec. Astrophys. Obs.* **59**, 20 (2006).
14. E. L. Martin, *Astronom. J.* **126**, 918 (2003).
15. G. Weigelt, *Opt. Commun.* **21**, 55 (1977).
16. A. W. Lohmann, G. Weigelt, and B. Wirtzner, *Appl. Opt.* **22**, 4028 (1983).
17. M. S. Bessel, *Astronom. and Astrophys. Suppl. Ser.* **83**, 357 (1990).
18. S. Salim and A. Gould, *Astrophys. J.* **582**, 1011 (2003).
19. A. Alonso, S. Arribas, and C. Martinez-Roger, *Astronom. and Astrophys. Suppl. Ser.* **107**, 365 (1994).
20. J. E. Gizis, I. N. Reid, and S. I. Hawley, *Astronom. J.* **123**, 3356 (2002).
21. M. Huensch, J. H. M. M. Schmitt, M. F. Sterzik, and W. Voges, *Astronom. and Astrophys. Suppl. Ser.* **135**, 319 (1999).
22. D. R. Soderblom, D. K. Duncan, and D. R. H. Johnson, *Astrophys. J.* **375**, 722 (1991).
23. O. C. Wilson, *Astrophys. J.* **138**, 832 (1963).
24. M. S. Giampapa, L. E. Cram, and W. J. Wild, *Astrophys. J.* **345**, 536 (1989).
25. P. M. Panagi and M. Mathioudakis, *Astronom. and Astrophys. Suppl. Ser.* **100**, 343 (1993).
26. J. R. Stauffer and L. W. Hartmann, *Astrophys. J. Suppl.* **61**, 531 (1986).
27. R. G. M. Rutten, C. J. Schrijver, C. Zwaan, et al., *Astronom. and Astrophys.* **219**, 239 (1989).
28. R. D. Robinson, L. E. Cram, and M. S. Giampapa, *Astrophys. J. Suppl.* **74**, 891 (1990).
29. R. G. M. Rutten, C. J. Schrijver, A. F. P. Lemmens, and C. Zwaan, *Astronom. and Astrophys.* **252**, 203 (1991).
30. B. Zuckerman, M. S. Bessel, I. Song, and S. Kim, *Astrophys. J.* **649**, 115 (2006).
31. M. Zboril and P. B. Byrne, *Monthly Notices Roy. Astronom. Soc.* **299**, 753 (1998).
32. D. Montes, J. Lopez-Santiago, M. C. Galvez, et al., *Monthly Notices Roy. Astronom. Soc.* **328**, 45 (2001).
33. W. Gliese and H. Jahreiss, CD-ROM (NASA/Astronomical Data Center, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, 1991).
34. A. Alonso, S. Arribas, and C. Martinez-Roger, *Astronom. and Astrophys.* **313**, 873 (1996).
35. I. Baraffe, G. Chabrier, F. Allard, and P. H. Hauschildt, *Astronom. and Astrophys.* **337**, 403 (1998).
36. M. F. Skrutskie, R. M. Cutri, R. Stiening, et al., *Astronom. J.* **131**, 1163 (2006).

## GJ 900: A NEW HIERARCHICAL SYSTEM WITH LOW-MASS COMPONENTS

E. V. Malogolovets, Y. Y. Balega, D. A. Rastegaev, K.-H. Hofmann, G. Weigelt

Speckle interferometric observations made with the 6 m telescope of the Special Astrophysical Observatory of the Russian Academy of Sciences in 2000 revealed the triple nature of the nearby ( $\pi_{Hip} = 51.80 \pm 1.74$  mas) low-mass young ( $\approx 200$  Myr) star GJ 900. The configuration of the triple system allowed it to be dynamically unstable. Differential photometry performed from 2000 through 2004 yielded  $I$ - and  $K$ -band absolute magnitudes and spectral types for the components to be  $I_A = 6.66 \pm 0.08$ ,  $I_B = 9.15 \pm 0.11$ ,  $I_C = 10.08 \pm 0.26$ ,  $K_A = 4.84 \pm 0.08$ ,  $K_B = 6.76 \pm 0.20$ ,  $K_C = 7.39 \pm 0.31$ ,  $Sp_A \approx K5-K7$ ,  $Sp_B \approx M3-M4$ ,  $Sp_C \approx M5-M6$ . The "mass-luminosity" relation is used to estimate the individual masses of the components:  $M_A \approx 0.64 M_\odot$ ,  $M_B \approx 0.21 M_\odot$ ,  $M_C \approx 0.13 M_\odot$ . From the observations of the components relative motion in the period 2000–2006, we conclude that GJ 900 is a hierarchical triple star with the possible orbital periods  $P_{A-BC} \approx 80$  yrs and  $P_{BC} \approx 20$  yrs. An analysis of the 2MASS images of the region around GJ 900 leads us to suggest that the system can include other very-low-mass components.