

УДК 524.38-323.8:520.844

## ОРБИТЫ НОВЫХ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД HIPPARCOS: III

© 2010 И.И. Балегга, Ю.Ю. Балегга, Е.В. Малооголовец

Специальная астрофизическая обсерватория, Нижний Архыз, 369167 Россия

Поступила в редакцию 14 апреля 2010 г.; принята в печать 27 мая 2010 г.

В работе представлены видимые орбиты и фундаментальные параметры трех пар ранних М-карликов. Орбитальные элементы вычислены по данным спекл-интерферометрических наблюдений на 6-м телескопе БТА Специальной астрофизической обсерватории РАН. Орбиты двух пар, HIP 39402 и HIP 104565, построены впервые. Орбита системы HIP 106972 пересмотрена с использованием новых наблюдательных данных, полученных в 2007–2008 гг. Периоды движения и большие полуоси орбит всех трех систем примерно одинаковы: 13 лет и 5.5–6 а.е., соответственно. Динамические суммарные массы звезд, вычисленные по элементам орбит, определены с большой ошибкой 25–40%, что обусловлено ошибками измерений параллакса.

Ключевые слова: *звезды — свойства, классификация*

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то, что красные карлики являются самым распространенным типом населения в Галактике, их физические свойства известны гораздо хуже, чем массивных звезд. Эволюционные модели для красных карликов остаются наименее надежными прежде всего из-за плохо изученного химического состава, а также из-за необходимости учета при моделировании магнитных полей и неоднородностей поверхности. Недостаточно хорошо известны и фундаментальные характеристики красных карликов — их массы и радиусы. В новейший обзор звезд, у которых эти параметры установлены с ошибкой лучше 3% [1], включены всего четыре затменно-двойные пары (GU Boo, YY Gem, CU Snc, CM Dra). Благодаря достижениям космической астрометрии, спекл-интерферометрии и адаптивной оптики, авторы [1] смогли включить в обзор еще шесть близких (расстояние менее 10 пк) систем с точными массами.

С 1998 года на телескопе БТА нами выполняются регулярные спекл-интерферометрические наблюдения близких звезд, двойственность которых была установлена или заподозрена по результатам миссии Hipparcos [2]. Точность измерения относительных положений компонент в парах равна 1–3 мсд (миллисекундам дуги) [3]. Нами также впервые стала систематически оцениваться разность блеска между компонентами [3]. Основными объектами программы являются маломассивные системы спектральных классов F–M. Среди них — ряд двойных с быстрым движением по орбите (10°/год по углу и/или 10 мсд/год по угловому расстоянию). Для таких систем за несколько лет

наблюдений могут быть получены точные видимые орбиты и, с привлечением данных о параллаксах и лучевых скоростях, вычислены независимые от моделей массы и светимости. При отсутствии данных о лучевых скоростях ошибка оценки массы почти полностью определяется ошибкой параллакса [4] и в лучшем случае составляет 10%. Такая точность достаточна для изучения групповых свойств звезд.

В данной работе мы продолжаем публикацию орбит, полученных для звезд Hipparcos по итогам спекл-интерферометрии на БТА. В первых двух работах [4, 5] были представлены орбиты двенадцати пар с периодами от 7 до 29 лет. Ниже приведены орбиты для трех близких М-карликов, вычисленные по наблюдениям 1998–2009 гг., а также определены физические свойства компонент. Для одной из пар (HIP 106972) опубликованная ранее предварительная орбита уточнена с учетом новых данных.

### 2. СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ, ОРБИТАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗВЕЗД

Результаты измерений трех звезд представлены в табл. 1, 2 и 3. В первой колонке приведены эпохи наблюдений, во второй — позиционные углы  $\theta$  в градусах, в третьей — угловые расстояния  $\rho$  в мсд, в четвертой и пятой колонках приведены невязки измерений, в шестой и седьмой колонках представлены разности блеска между компонентами и ошибки их определения, в восьмой — параметры фильтров и в последней колонке приведены

ссылки на авторов измерений. Методика получения и редукации данных спекл-интерферометрических наблюдений на БТА описана в работах [3, 6, 7].

Предварительные орбитальные элементы оценивались с помощью метода Монэ [12] и уточнялись методом дифференциальных поправок. Веса измерений задавались в соответствии с их ошибками. Позиционные углы приводились к эпохе 2000.0.

Элементы орбит представлены в табл. 4, где первая колонка — это номер в каталоге Hipparcos. Далее следуют параметры орбиты и ошибки их определения: период в годах  $P$ , момент прохождения периастра  $T$ , эксцентриситет орбиты  $e$ , большая полуось в угловых секундах  $a$ , угол наклона плоскости орбитального движения  $i$ , долгота восходящего узла  $\Omega$ , долгота периастра  $\omega$ . В последних двух колонках приведены среднеквадратичные невязки измерений по позиционному углу  $\sigma_\theta$  и угловому расстоянию между компонентами  $\sigma_\rho$ . На рисунке показаны видимые эллипсы интерферометрических орбит. Черными кружками отмечены спекл-интерферометрические данные БТА, белыми — измерения из [11], треугольниками — первые измерения Hipparcos.

В табл. 5 приведены физические параметры и основные орбитальные элементы рассмотренных в работе систем: тригонометрический параллакс  $\pi_{hp}$  из каталога Hipparcos в мсд, ошибка его определения  $\sigma_\pi$ , абсолютные звездные величины главного и вторичного компонента  $M_V(A)$  и  $M_V(B)$  и ошибки их определения  $\sigma_{M_V(A)}$ ,  $\sigma_{M_V(B)}$ , спектральные классы звезд  $S_p$ , величина орбитального периода в годах  $P$ , большая полуось орбиты в а.е. (астрономических единицах)  $A$ , сумма масс в массах Солнца  $M_\odot$ , а также абсолютная и относительная ошибки определения суммарной массы. Для вычисления абсолютных звездных величин использовались измерения разности блеска, видимые звездные величины  $m_V$  из Simbad [13] и тригонометрические параллаксы  $\pi_{hp}$  [2]. Массы систем вычислены из третьего закона Кеплера с использованием параллаксов Hipparcos. Основное ограничение на точность определения суммарных масс накладывают ошибки измерений параллаксов. Например, в случае пары HIP 104565 вклад ошибки параллакса составляет более 99 процентов от суммарного вклада всех источников ошибки определения массы двойной звезды.

### 3. КОММЕНТАРИИ К ЗВЕЗДАМ

**HIP 39402.** Система М-карликов на удалении 31 пк от Солнца [2]. После первого разрешения на компоненты Hipparcos звезда восемь раз наблюдалась на БТА с 1999 по 2009 гг. В 2007 году Хорч и

др. [11] выполнили спекл-измерение пары на 3.5-м телескопе WIYN в фильтре  $\lambda/\Delta\lambda = 698/39$  нм. С использованием всех имеющихся измерений позиционных параметров, нами построена орбита с периодом 13 лет и величиной большой полуоси 200 мсд. Величина орбитального периода оказалась в два раза меньше сделанной ранее нами оценки [10]. Невязки измерений составили 1 мсд по  $\rho$  и  $0.6^\circ$  по  $\theta$ . Измерения разности блеска проводились в фильтре с центральной длиной волны 800 нм. Полученные оценки разности блеска согласуются с измерением в фильтре  $V_{Hp}$ . Используя среднюю величину разности блеска  $\Delta m = 0.16 \pm 0.09$  и предполагая, что разность блеска в полосе  $V$  также мала, мы вычислили абсолютные звездные величины:  $M_V^A = 9.56 \pm 0.30$ ,  $M_V^B = 9.72 \pm 0.31$ , которые соответствуют спектральным классам M1–2. Динамическая сумма масс  $\Sigma M = 1.40 \pm 0.56 M_\odot$  в пределах ошибки согласуется с вышеуказанными оценками спектральных классов. Единственное измерение лучевой скорости системы  $V_r = 22.1 \pm 4.9$  км/с, выполненное по высокодисперсионным спектрам [14], соответствует относительному положению компонент с разницей лучевых скоростей, близкой к максимуму. Из полученного нами орбитального решения и оценки суммарной массы сумма полуамплитуд  $K = K_A + K_B \approx 8$  км/с. Так как разность блеска между компонентами мала, отношение масс близко к единице и полуамплитуды лучевых скоростей компонент близки к величине 4 км/с, что соответствует величине ошибки измерения лучевой скорости. Таким образом, величина  $V_r = 22.1 \pm 4.9$  км/с может быть принята как оценка лучевой скорости центра масс пары. Пространственная скорость системы  $V = -102.8$  км/с [14] указывает на возможную принадлежность звезды к населению толстого диска Галактики.

**HIP 104565.** Близкий М-карлик включен в Паломарский обзор звезд поздних спектральных классов [15]. По измерениям полос TiO определен спектральный класс звезды M1, на основе чего оценено расстояние  $d = 14.5$  пк. Умеренная абсорбция в линии  $H_\alpha$  ( $EW = 0.511 \text{ \AA}$ ) [16] свидетельствует об отсутствии значительной хромосферной активности. Согласно [17], звезды спектрального класса M1–M2 проявляют признаки активности первые 0.4–1.2 млрд лет, что является нижней границей возраста для HIP 104565, у которой отсутствуют в спектре эмиссионные линии. В работе [18] приведена величина лучевой скорости звезды  $V_R = -10.6 \pm 1.1$  км/с, усредненная по двум измерениям. Используя данную оценку лучевой скорости и астрометрические данные из каталога Hipparcos [2], нами вычислены компоненты ее

**Таблица 1.** Позиционные измерения, измерения разности блеска и невязки HIP 39402

Эпоха	$\theta, ^\circ$	$\rho$ , мсд	$\Delta\theta, ^\circ$	$\Delta\rho$ , мсд	$\Delta m$	$\sigma_{\Delta m}$	$\lambda/\Delta\lambda$ , нм	Ссылка
1991.2500	213.0	269	-1.4	-1	0.32	0.19	475/210	[2]
1999.8217	284.1	133	-0.3	0	0.27	0.19	800/60	[8]
2000.8655	256.3	199	0.5	0	0.16	0.10	800/110	[9]
2003.9255	217.5	269	0.3	0			800/110	Эта работа
2003.9257	217.1	269	-0.1	0			800/110	Эта работа
2004.8243	207.3	265	-0.7	-3	0.00	0.16	800/110	[10]
2004.8272	208.1	266	0.1	-2			800/110	[10]
2006.9447	185.2	241	1.2	-3	0.09	0.06	800/100	Эта работа
2007.8208	172.1	223	0.3	2	0.34		698/39	[11]
2007.9038	170.4	217	-0.1	-2	0.18	0.03	800/100	Эта работа
2009.0959	148.6	186	-0.3	0	0.23	0.03	800/100	Эта работа
2009.2648	145.2	182	0.1	1	0.18	0.05	800/100	Эта работа
2009.9064	129.0	162	0.4	2	0.16	0.05	800/100	Эта работа

**Таблица 2.** Позиционные измерения, измерения разности блеска и невязки HIP 104565

Эпоха	$\theta, ^\circ$	$\rho$ , мсд	$\Delta\theta, ^\circ$	$\Delta\rho$ , мсд	$\Delta m$	$\sigma_{\Delta m}$	$\lambda/\Delta\lambda$ , нм	Ссылка
2000.8779	135.0	259	0.11	-0.5	0.41	0.03	800/110	[9]
2001.7605	144.8	248	-0.12	0.4	0.23	0.18	800/110	[9]
2004.8233	210.3	126	-0.06	-0.1	0.43	0.05	800/110	[10]
2006.9464	355.0	115	-0.14	0.2	0.46	0.02	800/100	Эта работа
2007.4875	22.0	129	-0.09	-0.1			800/100	Эта работа
2008.4710	57.0	162	-0.03	0.5	0.78	0.04	600/40	Эта работа
2008.4902	57.5	162	-0.07	-0.1	0.46	0.02	800/100	Эта работа

пространственной скорости относительно Солнца  $(U, V, W) = (51.8, -24.4, -2.6)$  км/с. По положению на плоскости  $(U, V)$  звезда не попадает ни в одну из известных кинематических групп [19, 20].

Тригонометрический параллакс, измеренный со спутника Hipparcos примерно в два раза меньше спектрофотометрического параллакса из Паломарского обзора. В каталоге Hipparcos звезда отмечена как возможно неодионочная (S-тип). Интерферометрия на БТА в ноябре 2000 года в полосе  $I$  позволила обнаружить у HIP 104565 спутник на удалении 260 мсд. С 2000 по 2008 год нами получено семь интерферометрических измерений системы. Шесть из них выполнено

в фильтре с центральной длиной волны 800 нм и одно в фильтре с центральной длиной волны 600 нм. По измерениям разности блеска в видимом диапазоне спектра определены абсолютные звездные величины и спектральные классы компонент — M1 и M2, которые согласуются со спектральными оценками из [15]. Нами впервые построена интерферометрическая орбита пары с орбитальным периодом 12.88 лет и большой полуосью 180 мсд. В пределах ошибки величина суммы масс  $\Sigma M = 1.20 \pm 0.30 M_\odot$  соответствует оценкам спектральных классов. Период орбитального движения и большая полуось орбиты HIP 104565 известны на порядок точнее соответствующих

**Таблица 3.** Позиционные измерения, измерения разности блеска и невязки HIP 106972

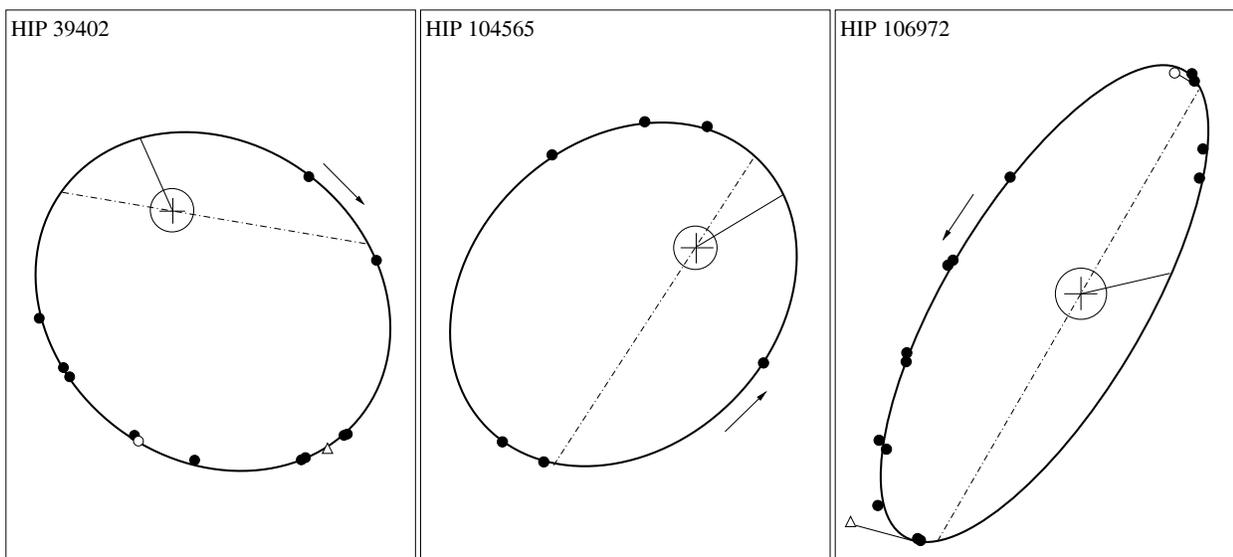
Эпоха	$\theta, ^\circ$	$\rho$ , мсд	$\Delta\theta, ^\circ$	$\Delta\rho$ , мсд	$\Delta m$	$\sigma_{\Delta m}$	$\lambda/\Delta\lambda$ , нм	Ссылка
1991.2500	135.0	248	-12.4	23	1.27	0.88	475/210	[2]
1998.7742	30.9	104	-0.4	-1	1.17	0.14	800/60	[3]
1999.7414	75.0	100	-0.7	0	1.13	0.12	2115/214	[3]
1999.8152	77.9	105	-0.9	2	1.23	0.03	800/60	[8]
2000.7700	108.8	140	-0.5	0			800/60	[4]
2000.8644	111.1	143	-0.2	-2	1.17	0.05	800/110	[9]
2001.7577	125.8	190	-0.2	3	1.18	0.06	800/110	[9]
2001.8451	128.4	189	1.3	-1			800/110	[4]
2002.7361	136.1	223	-0.4	3	1.12	0.15	2115/214	[4]
2003.9273	147.0	224	0.2	-2			550/20	[4]
2003.9273	146.0	224	-0.8	-2			800/110	[4]
2007.5092	314.4	127	0.6	-1	1.20	0.02	800/100	Эта работа
2007.7278	319.9	145	0.9	-1	1.23	0.02	800/100	Эта работа
2008.4641	337.9	184	7.1	1	1.66		698/39	[11]
2008.4902	331.9	185	0.8	1	1.26	0.04	800/100	Эта работа
2008.7142	333.3	189	-0.7	1	1.26	0.02	800/100	Эта работа

**Таблица 4.** Орбитальные элементы

HIP	$P$ , год	$\sigma_P$ , год	$T$	$\sigma_T$	$e$	$\sigma_e$	$a$ , мсд	$\sigma_a$ , мсд	$i$ , °	$\sigma_i$ , °	$\Omega$ , °	$\sigma_\Omega$ , °	$\omega$ , °	$\sigma_\omega$ , °	$\sigma_\Theta$ , °	$\sigma_\rho$ , мсд
	39402	12.95	0.05	2011.68	0.031	0.551	0.006	197.7	1.6	145.2	1.2	80.4	1.9	61.3	1.8	0.6
104565	12.88	0.06	2006.145	0.005	0.454	0.002	184.2	0.2	29.6	0.3	146.7	0.9	152.5	0.9	0.07	0.3
106972	12.75	0.13	2006.893	0.154	0.294	0.013	216.9	2.6	69.4	0.7	149.8	0.6	108.3	1.6	2.0	2

**Таблица 5.** Физические параметры компонент

HIP	$\pi_{hr}$ , мсд	$\sigma_\pi$ , мсд	$M_V(A)$	$\sigma_{M_V(A)}$	$M_V(B)$	$\sigma_{M_V(B)}$	$Sp$		$P$ , год	$A$ , а.е.	$\Sigma M$ , $M_\odot$	$\sigma_{\Sigma M}$ , $M_\odot$	$\sigma_{\Sigma M}/\Sigma M$ , %
							A	B					
39402	32.07	4.26	9.56	0.30	9.72	0.31	M1-2	M1-2	12.95	6.16	1.40	0.56	40
104565	31.55	2.57	8.99	0.18	9.77	0.18	M1	M2	12.88	5.84	1.20	0.30	25
106972	39.78	3.70	9.92	0.20	11.14	0.21	M2	M4	12.75	5.45	1.00	0.28	28



**Рисунок.** Видимые эллипсы относительных орбит HIP 39402, HIP 104565 и HIP 106972. Главный компонент обозначен крестиком. Спекл-интерферометрические измерения на БТА отмечены черными кружками, измерения на других телескопах - белыми кружками, первые измерения Hipparcos обозначены треугольниками. Стрелкой показано направление орбитального движения. Сплошной линией отмечено положение периастра, точечно-штриховой — линия узлов. Радиус кружка вокруг положения главного компонента равен 20 мсд, что соответствует дифракционному пределу разрешения 6-м телескопа в V-полосе. Север вверху, восток слева.

параметров орбит двух других систем (см. табл. 4). Несмотря на высокую точность вычисления орбитальных параметров, динамическая сумма масс определяется с относительной ошибкой 25%. Низкая точность измерения суммарной массы обусловлена тем, что вклад ошибок определения орбитальных элементов  $9(\sigma_a/a)^2 = 0.00001$  и  $(\sigma_P/P)^2 = 0.00008$  незначителен, а ошибка массы системы определяется только величиной  $9(\sigma_\pi/\pi)^2 = 0.0597$ .

**HIP 106972.** Слабая пара ( $m_V = 11.62$ ) карликов M2 и M4 [3] на удалении 25 парсек от Солнца [2]. До 2008 года включительно, на БТА выполнено 14 измерений позиционных параметров и 10 измерений разности блеска в видимом и инфракрасном диапазонах излучения. По наблюдениям на БТА с 1998 по 2003 гг. и по данным Hipparcos построена видимая интерферометрическая орбита с периодом  $P = 18.57$  лет [4]. Среднеквадратические невязки измерений составили:  $\langle \Delta\theta \rangle = 0^\circ.4$  и  $\langle \Delta\rho \rangle = 1.2$  мсд. В 2007–2008 годах на БТА выполнены дополнительные измерения позиционных параметров, показавшие, что движение пары систематически уклоняется от вычисленной орбиты. Анализ показал, что причиной ошибочного решения было изменение квадранта первого измерения Hipparcos на противоположный. При предварительном рассмотрении мы сочли возможным изменить квадрант в связи с большой ошибкой ( $\sigma_{\Delta m} \sim 1$ ) измерения разности блеска между компонентами системы по данным

наблюдений Hipparcos. С использованием новых измерений построена орбита с периодом  $P = 12.75$  лет. В уточненном орбитальном решении использовалась оригинальная величина  $\theta = 135^\circ.0$  на эпоху 1991.25 из [2]. Хорч и др. [11] опубликовали одно спекл-измерение пары в области 700 нм на 3.5-м телескопе WIYN. Это измерение отклоняется по позиционному углу  $\theta$  на  $7^\circ.1$  от эфемеридных значений орбиты. Причина такого существенного отклонения не совсем понятна, так как наблюдения пары HIP 39402 на телескопе WIYN, имеющей такие же спектральный класс и блеск, хорошо согласуются с наблюдениями на БТА.

С новыми орбитальными элементами суммарная масса компонент равна  $\Sigma M = 1.00 \pm 0.28 M_\odot$ . Уточненная суммарная масса на  $0.3 M_\odot$  меньше оценки массы системы из [11], хотя и совпадает с ней в пределах ошибки измерения. Величина  $\Sigma M = 1.00 M_\odot$  избыточна для пары карликов спектральных классов M2 и M4, что может быть объяснено занижением величины тригонометрического параллакса звезды. Согласно параметрам орбиты, в период наблюдений Hipparcos с 1989.8 по 1993.2 позиционные параметры компонент изменились значительно, с  $134^\circ.7$  до  $181^\circ.0$  по  $\theta$  и с 215 до 97 мсд по  $\rho$ . При редукации данных со спутника позиционные параметры HIP 106972 фиксировались на эпоху 1991.25 с общим собственным движением и параллаксом компонент, а нелинейное изменение позиционных параметров, обусловленное орбитальным движением звезд в

системе, при этом не учитывалось. Согласно [21], сумма масс двух карликов спектральных классов М2 и М4  $\Sigma M \approx 0.7M_{\odot}$ . С этим значением суммарной массы и элементами уточненной орбиты динамический параллакс  $\pi_{dyn} \approx 47$  мсд, что соответствует расстоянию до звезды  $d = 21$  пк.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлены новые спекл-интерферометрические измерения трех близких двойных звезд с компонентами — карликами спектрального класса М. Орбиты двух систем HIP 39402 и HIP 104565 построены впервые по результатам интерферометрических наблюдений на БТА с 1998 по 2009 год. Орбита третьей пары HIP 106972 уточнена с использованием новых данных, полученных на БТА в 2007 и 2008 годах. В дополнение к позиционным параметрам, в работе представлены измерения разности блеска между компонентами  $\Delta m$ , выполненные на БТА в диапазоне длин волн 600–2115 нм. На основе орбитальных элементов и спекл-фотометрии систем нами вычислены суммарные массы, абсолютные звездные величины и оценены спектральные классы компонентов. Массы систем вычислены с точностью 40%, 25% и 28%. Во всех трех случаях доминирующим источником ошибки определения масс является неточность параллакса  $\pi_{hp}$ . Дополнительные интерферометрические наблюдения HIP 39402 вблизи периастра в 2011 году позволяют уточнить параметры орбиты. Дальнейшее уточнение фундаментальных параметров рассмотренных в работе систем возможно только с привлечением спектральных наблюдений, а также параллаксов, измеренных с точностью лучше 1 мсд.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. G. Torres, J. Andersen, and A. Gimenez, *Astronom. Astrophys. Rev.* **18**, 67 (2010).
2. M. A. C. Perryman, ESA, *The Hipparcos and Tycho Catalogues* (ESA Publ. Division, SP-1200, 1997).
3. I. I. Balega, Y. Y. Balega, K. -H. Hofmann, et al., *Astronom. and Astrophys.* **385**, 87 (2002).
4. I. I. Balega, Y. Y. Balega, K. -H. Hofmann, et al., *Astronom. and Astrophys.* **433**, 591 (2005).
5. I. I. Balega, Y. Y. Balega, K. -H. Hofmann, et al., *Astronom. and Astrophys.* **448**, 703 (2006).
6. A. F. Maksimov, Y. Y. Balega, U. Beckman, et al., *Bull. Spec. Astrophys. Obs.* **56**, 102 (2003).
7. A. F. Maksimov, Y. Y. Balega, I. I. Balega, et al., *Astrophysical Bulletin* **64**, 296 (2009).
8. I. I. Balega, Y. Y. Balega, K.-H. Hofmann, et al., *Astronom. and Astrophys.* **422**, 627 (2004).
9. И. И. Балег, Ю. Ю. Балег, А. Ф. Максимов, и др., *Бюлл. Спец. астрофиз. обсерв.* **59**, 20 (2006).
10. I. I. Balega, Y. Y. Balega, A. F. Maksimov, et al., *Astrophysical Bulletin* **62**, 339 (2007).
11. E. P. Horch, D. Falta, L. M. Anderson, et al., *Astronom. J.* **139**, 205 (2010).
12. D. G. Monet, *Astrophys. J.* **214**, L133 (1977).
13. <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fid>.
14. P. C. Dawson and M. M. De Robertis, *Publ. Astronom. Soc. Pacific* **117**, 1 (2005).
15. I. N. Reid, S. L. Hawley, and J. E. Gizis, *Astronom. J.* **110**, 1838 (1995).
16. J. E. Gizis, I. N. Reid, and S. L. Hawley, *Astronom. J.* **123**, 3356 (2002).
17. A. A. West, S. L. Hawley, J. J. Bochanski, et al., *Astronom. J.* (in press).
18. G. A. Gontcharov, *Astron. Lett.* **32**, 759 (2006).
19. J. Lopez-Santiago, D. Montes, I. Crespo-Chacon, et al., *Astrophys. J.* **643**, 1160 (2006).
20. B. Zuckerman and I. Song, *Annu. Rev. Astronom. Astrophys.* **42**, 685 (2004).
21. K. R. Lang, *Astrophysical Data: Planets and Stars* (N.Y.: Springer Verlag, 1992).

## ORBITS OF NEW HIPPARCOS BINARIES: III

### I.I. Balega, Yu.Yu. Balega, E.V. Malogolovets

We present apparent orbits and fundamental parameters of three pairs of early M-type dwarfs. The orbital elements are determined from speckle interferometric observations at the 6-m BTA telescope of the Special Astrophysical Observatory. The orbits of two pairs, HIP 39402 and HIP 104565 are built for the first time. The orbit of HIP 106972 is revised using new observational data obtained in 2007–2008. The periods of motion and semimajor axes of all the three binaries have very similar values, namely 13 years and 5.5–6 AU, respectively. The dynamical total masses of the systems, obtained from the orbital elements are determined with quite large errors of 25–40%, which is due to the parallax errors.

Key words: *Stars: binaries: visual*