

УДК 524.387

М. М. Закиров

Национальный университет Узбекистана
100174 Ташкент, Вузгородок
zamamnun@mail.ru

Тесные двойные системы в кратных звездах. III. Затменные переменные с LITE-эффектом

Составлен список 240 затменных переменных со световым уравнением (LITE-эффект). В предположении наличия дополнительных компонентов в этих звездах определены некоторые характеристики кратных систем. Построены распределения числа ТДС с LITE-эффектом и без него и показана реальность наблюдаемого избытка звезд с короткими периодами (< 0.3 сут). Эксцентриситеты долгопериодических орбит (ДПО) имеют параболическое распределение со слабым максимумом при $e = 0.28$. Отношение периодов ДПО к ТДС нельзя считать случайным. Наблюдается зависимость этих величин от периода ДПО. Распределения периодов и больших полуосей ДПО показывают максимумы при $P_3 = 32$ г. и $a = 16$ а. е. соответственно. Второе распределение можно описать функцией Гаусса. Около 85 % третьих компонентов имеют массы в два раза меньше, чем суммарные массы ТДС. За исключением одной ТДС (RR Лун), все кратные системы полученного списка являются динамически устойчивыми конфигурациями. Обсуждаются возможности обнаружения третьих компонентов при спекл-интерферометрических наблюдениях, по собственным движениям ТДС, а также по вкладу дополнительного света при анализе кривых блеска и изменениям лучевых скоростей центра масс ТДС. Рассмотрены другие причины возникновения LITE-эффекта, такие как обмен масс в ТДС и влияние магнитного поля компонентов. Отмечены некоторые трудности при интерпретации LITE-эффекта, вызванного воздействием магнитного поля компонентов. Предложены наиболее перспективные направления исследования в обнаружении третьих компонентов в ТДС с LITE-эффектом.

ТІСНІ ПОДВІЙНІ СИСТЕМИ У КРАТНИХ ЗІРКАХ. III. ЗАТЕМНЮВАНІ ЗМІННІ З LITE-ЕФЕКТОМ, Закиров М. М. — Складено список 240 затемнюваних змінних зі світловим рівнянням (LITE-ефект). У припущенні наявності додаткових компонентів у цих зірках визначено деякі характеристики кратних систем. Побудовано розподіли кількості тісних подвійних систем (ТПС) з LITE-ефектом та без нього і показано реальність спостережуваного надлишку зірок з короткими періодами (< 0.3 доби). Для ексцентриситетів довгоперіодичних орбіт (ДПО) характерний параболический розподіл із слабким максимумом при $e = 0.28$. Відношення періодів ДПО до ТПС не можна вважати випадковим. Спостерігається залежність цих величин від періоду ДПО. Розподіли для періодів і великих півосей ДПО показують максимуми при $P_3 = 32$ р. і $a = 16$ а. о. відповідно. Другий розподіл можна описати функцією Гаусса. Приблизно 85 % третіх компонентів мають маси удвічі менші,

ніж сумарні маси ТПС. За виключенням однієї ТПС (RR Lyn), всі кратні системи отриманого списку є динамічно стійкими конфігураціями. Обговорюються можливості виявлення третіх компонентів при спекл-інтерферометричних спостереженнях, за власними рухами ТПС, а також за вкладом додаткового світла при аналізі кривих блиску та змінах променевих швидкостей центра мас ТПС. Розглянуто інші причини виникнення LITE-ефекту, такі як обмін мас в ТПС і вплив магнітного поля компонентів. Відмічено деякі труднощі при інтерпретації LITE-ефекту, викликаного впливом магнітного поля компонентів. Пропонуються найперспективніші напрямки досліджень у виявленні третіх компонентів в ТПС з LITE-ефектом.

CLOSE BINARY SYSTEMS IN MULTIPLE STARS. III. ECLIPSING VARIABLES WITH LITE, by Zakirov M. M. — We compiled a list of 240 eclipsing binaries with light-time effect (LITE). Under the assumption that there are additional components in these stars, some values for multiple systems are given. Distributions for the number of close binary systems (CBS) showing LITE and without this effect are constructed and it is shown that the observed excess of short-period (less than 0.3 day) CBS with LITE really exists. The distribution for the eccentricities of long-period orbits (LPO) is parabolic with a weak maximum at $e=0.28$. The ratio of LPO period to CBS period cannot be considered as a random one. A relationship between these values and LPO's periods is revealed. The distributions for the periods and semi-major axes of LPO show maxima at $P_3=32$ yrs and $a=16$ AU, respectively. The second distribution can be described through the Gaussian function. Some 85% of the third components have masses which are half as much as the total masses of the CBS. Except for one CBS (RR Lyn), all the multiple systems from our list are dynamically stable configurations. We consider the possibility to detect tertiary companions from speckle-interferometric observations, from the analysis of proper motions of CBS, from the search for additional light contribution in light curves and from changes in radial velocities of centres of mass of CBS. Some other causes for LITE are considered, namely, the mass exchange in CBS and the influence of magnetic fields of components. Some difficulties in the explanation of LITE through magnetic fields of components are noted. Some perspective ways to reveal tertiary components in CBS with LITE are proposed.

ВВЕДЕНИЕ

В предыдущих наших работах [9, 10] мы рассмотрели затменные и эллиптические переменные в орбитальных визуально-двойных системах и среди визуально-двойных и кратных звезд, в которых не установлены орбитальные движения далеких компонентов. Был сделан обзор состояния изученности тесных двойных систем (ТДС) в кратных звездах, обсуждались кратные системы, состоящие из ТДС и видимых спутников. Ниже будут рассмотрены ТДС, которые по ряду признаков могут иметь удаленные один или несколько спутников, не обнаруженных визуально. Актуальность изучения таких систем в последние годы стала довольно острой [134, 207, 211].

Для ряда затменных переменных обнаруживаются периодические и одновременные изменения моментов затмений в главном и вторичном минимумах. Это явление получило название LITE-эффекта (Light-time effect). Он легко объясняется вращением ТДС вокруг общего центра масс в кратной системе, состоящей из самой ТДС и далекой третьей звезды. Впервые решение светового уравнения, описывающего LITE-эффект, предложил Дж. Вольтер, по аналогии с решением кривых лучевых скоростей спектрально-двойных звезд [232]. В 1959 г. Дж. Ирвин [84] вывел уравнение, описывающее LITE-эффект, и описал графический метод его решения. Анализ световой кривой позволяет найти амплитуду периодических изменений моментов минимумов, ее период, эксцентриситет, долготу периастра и момент прохождения ТДС через периастр долгопериодической орбиты в тройной системе. В

настоящее время разработаны различные численные алгоритмы методы решения световой кривой и авторы пользуются [102, 146, 252].

Другое явление, которое также приводит к периодическим смещениям моментов минимума — это вращение линии апсид эллиптической орбиты ТДС с периодом, сравнимым с LITE-эффектом. Однако при этом происходит изменение промежутков времени между главным и вторичными минимумами. К сожалению, не все вторичные минимумы достаточно глубоки, чтобы уверенно фиксировать моменты максимального ослабления блеска, особенно если наблюдения выполнены фотографическими или визуальными методами. В то же время более точные фотоэлектрические или CCD-наблюдения таких ТДС немногочисленны и ограничиваются яркими переменными. Однозначный ответ на природу периодических смещений можно получить, если вторичный минимум смещен относительно своего нормального положения, или если при анализе кривой блеска установлена эллиптичность орбиты [34]. Обширные списки ТДС с апсидальным движением приведены в работах [77, 142]. Иногда встречается и одновременное наличие в ТДС LITE-эффекта и апсидального движения [31].

В настоящее время обсуждается и другая природа периодических смещений моментов минимумов ТДС, вызванных сильными магнитными полями звезд [26]. Предполагается, что природа магнитных полей аналогична солнечной и обладает цикличностью, а это накладывает ограничение на спектральный класс обоих компонентов или одного из них: они должны быть звездами поздних спектральных классов, чтобы у них были развиты подфотосферные конвективные зоны. Одной из отличительных особенностей этого механизма является возникновение небольших колебаний блеска системы, обнаружение которых требует высокоточных измерений. Звезды типа W UMa имеют поздние спектры, у них могут появляться сильные магнитные поля, к тому же их компоненты расположены очень близко друг к другу. Поэтому LITE-эффект в таких системах не обязательно должен интерпретироваться наличием третьего компонента. Более подробно этот механизм, как и обзор и других гипотез, рассматривается в разделе «Обсуждение результатов». Для выяснения природы LITE-эффекта в короткопериодических затменных системах группа астрономов из обсерватории Доминион (Канада) и Института астрономии АН Словакии выполнила обширную программу по поиску третьих компонентов в системах типа W UMa с использованием крупных телескопов [42, 149, 196]. В результате этих исследований получено, что наличие третьих компонентов в системах типа W UMa является широко распространенным явлением.

В работе [43] приводится список 10 затменных переменных с установленным и 48 систем с заподозренным LITE-эффектом в ТДС различных спектральных классов. Наиболее обстоятельно наблюдательные данные о дополнительных компонентах в ТДС рассмотрена в диссертации П. Заше [252]. В дальнейшем мы будем придерживаться гипотезы третьего тела в ТДС для объяснения LITE-эффекта, и в рамках этого предположения выполним наши дальнейшие исследования.

СПИСОК ЗАТМЕННЫХ СИСТЕМ С LITE-ЭФФЕКТОМ

В настоящей работе мы стремились собрать все сведения из литературных источников об обнаруженных LITE-эффектах во всех основных типах затменных систем. Первыми попытками провести массовые исследования О-С диаграмм большого числа ТДС являются работы [30, 190]. В дальнейшем световые уравнения многих систем этих списков были уточнены другими исследователями на базе новых наблюдений. Другим важным источником информации были отмеченные выше исследования [42, 43, 149, 196, 252]. Эти списки были дополнены многими оригинальными работами астрономов Китая, Чехии, Словакии, Турции и Южной Кореи.

В табл. 1 приведен список 240 затменных систем, в которых обнаружен LITE-эффект. Мы исключили из данного списка все звезды, которые были рассмотрены в

нашей работе [9]. В то же время 31 ТДС из нашей второй работы [10] были включены в список, так как визуальный компонент не является причиной ЛІТЕ-эффекта. Для каждой ТДС из списка приводятся: тип ТДС, звездная величина в максимуме блеска (Max), спектральный класс, орбитальный период P_2 ТДС, период P_3 ЛІТЕ-эффекта, угол наклона j долгопериодической орбиты (ДПО), значения a суммы больших полуосей ТДС и далекого компонента, эксцентриситет e и долгота периастра ДПО, функция $f(M_3)$ масс далекого компонента, масса M_{12} ТДС и масса M_3 далекого компонента, отношение q_3 массы отдаленного компонента к массе ТДС, расстояние r до ТДС, вычисленное максимальное угловое расстояние α_{\max} между ТДС и далеким компонентом, а также максимальная амплитуда отклонения ТДС от вектора собственного движения (в секундах дуги), полуамплитуда K лучевой скорости центра масс ТДС, разность V звездных величин далекого компонента и ТДС относительно максимума блеска переменной, литературный источник данных о ЛІТЕ-эффекте. Во многих ТДС ЛІТЕ-эффект изучались несколько раз, но мы приводим ссылки на самые последние исследования или на те, в которых этот вопрос рассмотрен наиболее подробно. Если какого-либо значения в использованном источнике не было, мы проводили дополнительные вычисления по имеющим данным, а иногда их уточняли.

В тех случаях, когда в источнике приведена только полуамплитуда ЛІТЕ-эффекта (A , сут), мы находили значения проекции больших полуосей ТДС (a_{12} , а. е.) на картинную плоскость по формуле [127]:

$$a_{12} \sin j = \frac{173.15A}{\sqrt{1 - (e \cos \omega)^2}},$$

где j — наклон плоскости орбиты ДПО, e и ω — эксцентриситет и долгота периастра орбиты тройной системы. Если элементы орбиты e и ω не даны, то мы полагали их равными нулю. Функция масс определяется уравнением

$$f(M_3) = \frac{(M_3 \sin j)^3}{(M_1 + M_2 + M_3)^2} = \frac{(a_{12} \sin j)^3}{P_3^2},$$

где M_1, M_2, M_3 — массы компонентов в единицах массы Солнца, P_3 — период ДПО в годах. В случае четырехкратной системы сначала вычислялась масса третьего компонента, которая учитывалась при нахождении массы четвертой звезды. Масса M_3 третьего компонента вычислялась из функции масс путем численного решения уравнения третьего порядка:

$$M_3^3 \sin^3 j - M_3^2 f(M_3) - 2(M_1 + M_2)M_3 f(M_3) - (M_1 + M_2)^2 f(M_3) = 0.$$

В случаях, когда в использованных источниках не приводятся массы ТДС, мы пользовались каталогами [12, 14, 15, 33, 120, 148]. Поскольку угол наклона j неизвестен, то для оценки значения M_3 следует принимать различные предположения о значении угла j . В табл. 1 принято, что обе плоскости орбит ТДС и ДПО компланарны, т. е. $j = i$, где i — угол наклона плоскости орбиты ТДС. Основанием для такого предположения служат результаты [4, 5, 214]. Значение большой полуоси относительной орбиты тройной системы $a = a_{12} + a_3$ вычислялось по третьему закону Кеплера:

$$a^3 = (M_{12} + M_3)P^2.$$

В случае кратности звезд выше трех в формулу подставлялась сумма масс всех внутренних компонентов. Отметим, что точное значение массы третьего компонента мы могли бы получить, если бы кратная система была разрешена на оптических телескопах, вычислена астрометрическая орбита и был бы известен угол j [191].

При нахождении разности V звездных величин ТДС и третьих компонентов мы отказались от прямых вычислений видимых звездных величин, так как расстояния не до всех ТДС измерены с помощью HIPPARCOS, а часть измерений выполнена с большими погрешностями. По этой причине мы вычислили разности абсолютных звездных величин ТДС и третьих компонентов, пользуясь простыми зависи-

мостями между фундаментальными характеристиками звезд и статистическими соотношениями между этими величинами. Единственным физическим параметром третьих компонентов есть только их масса, и в предположении, что звезды относятся к главной последовательности, мы вычислили их болометрические абсолютные звездные величины. Для звезд средних масс ($-0.2 < \lg M < 1.5$) была использована зависимость масса — светимость, данная в работе [121], а для остальных звезд — по формулам [66]. Болометрические поправки (BC) находились по обширным таблицам в работе [58] путем линейного интерполирования на заданную эффективную температуру звезды. В этих таблицах даны значения BC до значения $\lg T_{\text{эф}} = 3.4678$, что примерно соответствует массе $0.11 M_{\odot}$. Для звезд с меньшими температурами значения BC получены путем линейного экстраполирования табличных величин. В этих случаях разности блеска третьих компонентов и ТДС округлены до целых чисел. По такой же схеме определялись BC компонентов ТДС, а затем вычислялись суммарные абсолютные видимые звездные величины системы $M_{V1,2}$. В недавно опубликованном каталоге 1022 звезд типа W UMa [62] даны значения $M_{V1,2}$ и расстояний, которые также были использованы для наших целей. Чтобы воспользоваться данными каталога [148], нам пришлось прибегнуть к оценке $M_{V1,2}$ по статистической зависимости между орбитальным периодом ТДС (P) и непокарасневшим показателем цвета $(B - V)_0$ [195]:

$$M_{V1,2} = 4.44 \lg P - 3.02(B - V)_0 - 0.12$$

В этом каталоге даны эффективные температуры компонентов, по которым были найдены нормальные показатели цветов. Мы не смогли найти значения масс каждого компонента ТДС данного типа по вышеизложенной методике. В то время как главные компоненты звезд типа W UMa подчиняются зависимости масса — светимость для звезд главной последовательности, то спутники, из-за избытков светимостей, показывают большой разброс на соответствующей диаграмме [13, 234].

СТАТИСТИКА ЗАТМЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ С LITE-ЭФФЕКТОМ

Выполним некоторые статистические исследования полученного списка звезд, так как впервые составлен подобный обширный список ТДС, показывающие LITE-эффект.

Частота кратности звезд. В некоторых случаях световая кривая представляет собой суперпозицию двух и более синусоид с разными амплитудами и периодами. Считая, что проявление каждой синусоиды обусловлено вращением отдельного удаленного компонента, мы нашли, что число четырехкратных систем равно $N_4 = 14$ (6.6 %), пятикратных — $N_5 = 2$ (0.94 %) и шестикратных — $N_6 = 1$ (0.47 %). А. Бэттен [1] ввел частоту кратных систем f_n как отношение числа звезд кратности n и выше к числу звезд с кратностью на единицу меньше, т. е. $n - 1$. В этой терминологии кратность звезд нашего списка составляет: $f_{4,5,6} = (N_4 + N_5 + N_6) / N_3 = 0.08$; $f_{5,6} = (N_5 + N_6) / N_4 = 0.20$; $f_6 = N_6 / N_5 = 0.5$.

Интересно, что полученные частоты составляют ряд 1:2.4:2.5. Подобную последовательность чисел можно получить и по статистике частот среди спектрально-двойных звезд. В работе [215] кратные звезды ограничены пятью компонентами, и поэтому получен ряд 1:2.3. По данным работы [264] получен ряд 1:1:1.3 для кратных систем в ближайших окрестностях Солнца.

Распределение ТДС по основным типам затменных переменных. В табл. 2 приведены количества NTДС с LITE-эффектом для основных типов ТДС по данным этой работы, и для сравнения — данные [10] и электронной версии ОКПЗ-2008 (<ftp://ftp.sai.msu.su/pub/groups/clusters/gcvs/gcvs/iii>). В последней графе таблицы даны частота встречаемости ТДС с LITE-эффектом и в визуально-кратных звездах по работе [10] относительно общего количества затменных переменных в ОКПЗ. Как видно, встречаемость ТДС с LITE-эффектом и ТДС в кратных звездах максимальна среди затменных переменных типа EA, и их частоты примерно одинаковы.

Таблица 1. Затменные переменные звезды с ЛІТЕ - эффектом

№	ТДС	Тип	Max	Спектр	P_2 , сут	P_3 , лет	i , град	a , а.е.	e
1	RT And	EA	8.55V	F8V+K0V	0.629	105	88	28.86	0.31
2	TW And	EA	8.80V	F0V+K0	4.123	49.6	88	17.77	0.21
3	WZ And	EB	11.16V	F5+[G8]	0.696	51.7	90	18.78	0.23
4	XZ And*	EA	10.15p	A4IV-V+[G2IV]	0.696	67.8	90	23.57	0.28
					1.357	36.8	89.5	20.04	
5	AB And*	EA	10.15p	A4IV-V+[G2IV]	1.357	126.35	89.5	51.33	
					0.332	54.11	86.8	21.06	0.14
6	AD And	EB	10.9p	F3V+F7V	0.986	12.2	78	9.40	0
7	BX And*	EW	8.9p	F2V+[G5]	0.610	65	84	22.06	0.28
8	GK And	EA	11.3p	A8+[G1IV]	2.009	14.2	81.5	7.92	0
9	LO And	EW	11.20V	F5+[F3]	0.381	37.08	78.7	14.03	0.275
10	RY Aqr	EA	8.82V	A5+[G5IV]	1.966	104.8	83	30.45	0.351
11	XZ Aql	EA	10.14V	A2+[G5IV]	2.139	36.7	83	18.26	0.58
12	KO Aql	EA	8.3B	A0V+[F8IV]	2.864	5.46	82	5.61	
13	OO Aql	EW	9.50V	F8V+G8V	0.507	19.71	87	9.33	0.01
					0.507	71.72	87	24.44	0.13
14	V337 Aql	EB	8.57V	B0.5V+B2V	2.734	65	86	49.98	
15	V343 Aql	EA	10.6p	A2+[G8III:]	1.844	28.41	86	16.00	
16	V417 Aql*	EW	11p	G2V+[G0]	0.370	42.4	84.5	15.79	
17	V802 Aql*	EW	13.4	K0-2V	0.268	8.43	78.8	5.73	
18	V803 Aql	EW	14.0V	K3-5	0.263	74.6	90	22.40	0
19	V1182 Aql	EB	8.5V	O8+B3V	1.622	50?	56	55.42	
20	V539 Ara*	EA	5.71V	B3V+B4V	3.169	42.3	86	29.82	0
21	SS Ari*	EW	10.10V	F8+[F9]	0.406	44.8	75.3	16.89	
22	RZ Aur	EA	11.9V	A3+[KOIV]	3.010	2.23	88	3.23	
23	TT Aur*	EB	8.59B	B2V+[B4]	1.333	12.2	89.1	12.96	0.296
24	ZZ Aur*	EB	10.8p	A5V+G0IV	0.601	26.4	89.1	12.16	0.17
25	AR Aur*	EA	6.15V	B9V+A0V	4.135	23.92	88.5	14.44	0.209
26	BF Aur	EB	8.79V	A3+[G7IV]	1.583	46.01	81	17.88	
27	CL Aur*	EA	12.1p	A0+[F1]	1.244	21.7	81.5	12.14	0.32
28	HL Aur	EB	10.8p	F4+[G4IV]	0.622	6.5	81.5	5.03	
29	HP Aur*	EA	10.85V	G2V+G8V	1.423	13.7	88.5	7.13	0.7
30	IM Aur*	EA	7.90V	B7V+A	1.247	3.756	76	4.77	0.59
31	IU Aur*	EB	8.22V	B0V+B0.5V+ B3II-III	1.811	0.803	80	3.19	0.625
32	TU Boo	EW	11.8p	G3	0.324	54.5	88.9	17.45	0.48
33	TY Boo*	EW	10.81V	G3+[F8]	0.317	58.6	77.5	19.77	0.174
34	TZ Boo	EW	10.41V	K0+G7	0.297	28.07	78	11.00	0.37
35	CK Boo*	EW	8.99V	F8+[F6.5]	0.355	17.41	56.6	8.76	0.55
36	Y Cam	EA	10.50V	A7V+[G9IV]	3.307	39.4	87	15.63	0.60
					3.307	86.03	87	39.77	0.475
37	SS Cam*	EA	10.05V	F5IV+K0V	4.824	55	90	29.74	
38	SV Cam*	EA	8.40V	G3V+K4V	0.593	56	81.5	18.34	0.60
39	SZ Cam*	EA	7.0B	O9.5V+B0	2.698	53.5	72.9	52.96	0.78
40	AO Cam*	EW	10.55V	G0V	0.330	20.1	75.1	9.02	0

ТЕСНЫЕ ДВОЙНЫЕ СИСТЕМЫ В КРАТНЫХ ЗВЕЗДАХ. III

№	, град	$f(M_3)$	M_{12}	M_3	q_3	r , ПК	макс		K , км/с	V	Источн.
1	306	0.0037	1.92	0.26	0.14	75	0.38	0.68	7.5	9.24	[54]
2		0.0041	2.00	0.28	0.14	235	0.075	0.13	9.6	10.69	[104]
3	179.6	0.0011	2.27	0.21	0.09	440	0.043	0.078	10.2	10.70	[256]
	98.4	0.0073	2.48	0.37	0.16	440	0.053	0.092	9.3	8.10	
4		0.0844	4.5	1.44	0.32	835	0.024	0.036	12.3	2.17+	[199]
		0.2375	5.9	2.57	0.43	835	0.057+	0.086	8.5	0.03+	
5	74.5	0.0072	2.77	0.42	0.15	120	0.18	0.30	10.2	6.45	[30]
6		0.1274	3.96	1.62	0.41	940	0.010	0.014	15.9	2.45+	[227]
7		0.0029	2.27	0.27	0.12	160	0.14	0.25	9.3	9.86	[149]
8		0.0158	2.0	0.46	0.23	305	0.026	0.042	13.4	8.02	[227]
9	198	0.00215	1.80	0.21	0.12	269	0.052	0.093	10.3	9.77	[69]
10	87.5	0.1654	1.53	1.04	0.67	180	0.17	0.20	5.5	4.13	[252]
11	66	0.0049	4.05	0.47	0.12	50	0.36	0.65	16.1	8.64	[206]
12		0.400	3.48	2.43	0.61	265	0.021	0.026	18.8	0.50+	[190]
13	31.7	0.00052	1.953	0.159	0.08	170	0.055	0.10	13.0	12.00	[254]
	0.0	0.052	2.09	0.75	0.36	170	0.14	0.21	7.5	2.82+	
14		0.00983	27.5	2.05	0.07				21.3	6.44	[38]
15		0.00424	4.60	0.48	0.10	25	0.64	1.16	15.2	8.94	[190]
16		0.00634	1.88	0.31	0.16	189	0.084	0.14	9.5	7.88	[157]
17		0.550	1.05	1.60	1.52				7.9		[243]
18		0.0353	1.5	0.52	0.35	300	0.075	0.11	6.6		[256]
19		1.063	47.6	20.5	0.43	530	0.10+	0.15	19.1	0.29+	[130]
20		0.025	13.2	1.63	0.12	275	0.11	0.19	18.7	4.58+	[230]
21		0.163	1.55	1.08	0.70	225	0.075	0.088	6.4	1.09+	[47]
22		0.473	4.0	2.80	0.70				25.4	-0.76+	[190]
23	346.9	0.0064	13.50	1.11	0.08	<0			30.7	4.87+	[204]
24	331	0.00115	2.38	0.20	0.08	<0			12.9	12.47	[136]
25	2.3	0.0044	4.77	0.497	0.10	125	0.12	0.21	16.7	9.20	[250]
26		0.00108	2.50	0.20	0.08	<0			10.6	16.65	[190]
27	209.2	0.034	3	0.80	0.27				13.7	5.17	[225]
28		0.0024	2.4	0.61	0.25				18.2	5.26	[187]
29	268	0.0014	1.765	0.17	0.10				19.7	11.23	[103]
30	279	0.084	5.94	1.76	0.30	90	0.053	0.081	35.0	1.67+	[29]
31	2.7	1.150	35.9	14.5	0.40	220	0.014	0.021	106.6	0.70+	[140]
32	149	0.0126	1.45	0.34	0.23	290	0.060	0.098	8.8	7.54+	[111]
33	3.38	0.0233	1.759	0.49	0.28	197	0.10	0.16	7.8	4.68+	[237]
34	277	0.2810	0.74	0.95	1.28	145	0.076+	0.066	5.4	0.18+	[23]
35	321.0	0.0197	2.012	0.62	0.21	160	0.055	0.090	12.4	4.58+	[249]
36	87.5	0.0271	1.91	0.55	0.29	740	0.021	0.033	11.4	7.19	[133]
	77.4	3.08	2.46	6.04	3.16	740	0.053	0.026	3.8	-3.08+	
37		1.44	3.9	4.8	1.23	330	0.090	0.081	7.2	-1.26	[35]
38	188	0.0016	1.78	0.19	0.11	85	0.22	0.39	10.9	10.18	[149]
39	26.3	4.153	28.5	23.4	0.82	1100	0.048+	0.053	24.7	0.71+	[3, 64]
40		0.00130	1.66	0.16	0.10	186	0.048	0.088	11.7	11.04	[165]

№	ТДС	Тип	Max	Спектр	P_2 , сут	P_3 , лет	j , град	a , а.е.	e
41	AS Cam*	EA	8.57V	B8+B9.5V	3.431	2.20	88.5	3.25	0.62
42	RU Cnc	EA	10.10V	F9V:+G9V: + M0V	10.173	13.38	82	8.53	
43	TX Cnc*	EW	10.00V	F8V+[F6.5]	0.383	26.6	62.4	11.24	0
44	WY Cnc	EA	9.51V	G5V+[K6]	0.829	82.88	89	23.04	0
45	AD Cnc*	EW	13.10V	K0+[K0]	0.283	6.6	64.9	4.53	
					0.283	16.2	67	9.28	
46	AH Cnc*	EW	13.31V	F5+F7	0.360	7.7	62.9	4.47	
					0.360	36.5	62.9	14.27	
47	RS CVn*	EA	7.93V	G9IV+F4IV	4.798	59.71	90	27.06	0.54
48	BI CVn	EW	10.26V	G0+[F9]	0.384	27.0	72	12.89	
49	R CMa*	EA	5.70V	F0V+K2IV	1.136	93.89	79	24.52	0.498
50	FZ CMa*	EA	8.05V	B2.5IV+ B2.5IV-V	1.273	1.511	69	4.36	0.794
51	XZ CMi	EA	9.7V	F0+[G4IV]	0.579	30.5	78	13.64	
52	BF CMi	EA	10.3V		1.181	46.3	79	22.05	0.79
53	RW Cap	EA	9.8B	A3+A4	3.392	80.1	82.5	40.87	0.226
54	TY Cap	EA	10.5B	A5+[G3.5IV]	1.423	70.4	82.5	32.28	0.787
55	QZ Car*	EB	6.16V	O9III+[B0]	5.998	50	82	59.91	
56	RZ Cas	EA	6.18V	A3V+G5IV	1.195	5.01	85	4.09	
					1.195	6.13	85	4.69	
					1.195	18.37	85	10.16	
					1.195	36.74	85	16.42	
57	TV Cas	EA	7.22V	B9V+F7IV	1.812	58.62	80.5	27.42	0.16
58	TW Cas	EA	8.32V	B9V+[F6IV]	1.428	40.41	78.5	19.00	
59	ZZ Cas*	EA	10.7p	B3+[B6]	1.244	50.9	74	29.23	
60	AB Cas	EA	10.10V	A2V+[F6]	1.367	40.3	87	17.14	0.39
61	BS Cas*	EW	11.65V	F0+[F0]	0.440	13.10	70	7.45	
62	EY Cas	EW	13.9	F2+[F1.5]	0.482	56.50	74	34.17	0.90
63	IR Cas	EA	10.8	F4+[F9IV]	0.680	53.24	85	19.31	
64	IV Cas*	EA	11.2p	A2+[G1IV]+G9	0.998	57.78	82.5	25.57	0.001
65	V444 Cas	EA	15.9p	A5+[G3IV]	2.225	15:			
66	V523 Cas	EW	10.62V	K4+[K3.5]	0.234	33	83.8	10.42	
					0.234	99	82.5	24.17	
67	RR Cen*	EW	7.27V	A9V+[F1.5]	0.606	60.1	81.0	20.66	
68	BH Cen	EB	10.03V	B5V+[B6.5]	0.792	44.6	89	34.25	
69	U Cep*	EA	6.75V	B8Ve+G8III	2.493	12.0	86.3	9.74	
					2.493	45.0	86.3	24.71	
					2.493	112.0	86.3	49.72	
70	XX Cep*	EA	9.20V	A8V+K2IV	2.337	55.0	82	20.46	0.08
71	XY Cep	EA	10.05V	B8+[G4IV]	2.774	71.0	78.5	28.66	0.02
72	AH Cep*	EB	6.78V	O8+O9	1.775	9.2	78	14.14	0.91
					1.775	67.1	78	56.80	0.531
73	CQ Cep*	EB	8.63V	WN5.5+O7	1.641	54.68	90	49.65	0
74	DK Cep	EA	12.2p	A8+[G4IV]	0.986	31.3	88	14.15	0.78
75	GK Cep	EB	6.89V	A2V+A2V+F0V	0.936	20.5	72	13.99	0
76	GW Cep	EW	11.4p	G2+G2	0.319	13.5	80	6.69	0.79

ТЕСНЫЕ ДВОЙНЫЕ СИСТЕМЫ В КРАТНЫХ ЗВЕЗДАХ. III

Продолжение табл. I

№	, град	$f(M_3)$	M_{12}	M_3	q_3	r , ПК	$a_{\text{макс}}$		K , км/с	V	Источн.
41	0.3	0.045	5.81	1.3	0.22	245	0.013	0.022	45.9	3.76+	[31]
42		0.0274	2.77	0.70	0.25	325	0.026	0.042	15.0	3.48+	[212]
43		0.000156	1.919	0.086	0.04	152	0.074	0.14	10.7	15.1:	[116]
44		0.0008	1.65	0.13	0.08	85	0.27	0.50	7.7	11.95	[21]
45		0.016	1.68	0.46	0.27				14.6	4.84+	[183]
		0.074	2.09	0.96	0.57				10.0	-0.42+	
46		0.0037	1.29	0.23	0.18	910	0.0049	0.0083	13.0	10.18	[170]
		0.052	1.51	0.72	0.47	910	0.016	0.021	7.0	3.26+	
47	24	0.703	2.77	2.79	1.01	110	0.25+	0.24	8.0	1.21+	[30]
48		0.025	2.24	0.70	0.31	189	0.068	0.10	10.3	1.55+	[162]
49	357.8	0.0155	1.24	0.433	0.35	45	0.54	0.81	6.5	7.56	[250]
50	7.0	10.338	10.70	25.57	2.39	820	0.0053	0.0031	38.9	-2.41+	[250]
51		0.00074	2.55	0.18	0.07				12.2	11.92	[155]
52	170.2	0.391	2.8	2.2	0.77				12.8	-0.52+	[252]
53	0	1.906	4.59	6.05	1.31				6.7	-2.29+	[252]
54	147.1	0.2346	4.56	2.23	0.48				14.8	-0.40+	[252]
55		16.6	36	50	1.39	815	0.074	0.061	14.8	-2.00+	[129, 131]
56		0.00082	2.55	0.18	0.07	60	0.068	0.13	22.6	12.86	[78]
		0.00076	2.55	0.19	0.07	60	0.078	0.15	21.2	12.59	
		0.00073	2.92	0.19	0.07	60	0.17	0.32	15.3	12.59	
		0.00046	3.11	0.17	0.07	60	0.27	0.51	12.4	13.15	
57	30.4	0.001	5.66	0.34	0.06	245	0.11	0.21	13.1	11.45	[30]
58		0.000397	4.0	0.20	0.05	260	0.073	0.14	13.1	13.82	[190]
59		0.00391	8.9	0.74	0.08	305	0.096	0.18	15.2	8.33	[105]
60	125	0.0031	2.79	0.31	0.11	295	0.058	0.10	12.4	10.82	[205]
61		0.000176	2.30	0.11	0.05	326	0.023	0.044	15.2	13.25	[246]
62	0	5.347	2.70	9.80	3.62				8.6	-5.25	[252]
63		0.00431	2.30	0.24	0.10	<0			9.8	10.19	[262]
64	5.8	0.062	3.84	1.17	0.30				10.0	2.65+	[251]
65			2.24								[11]
66		0.00630	0.85	0.19	0.22				7.7	7.72	[194]
		0.0217	1.08	0.36	0.41				5.1	5.02+	
67		0.00232	2.20	0.24	0.11	100	0.21	0.37	9.1	11.29	[242]
68		0.026	18	2.2	0.12	20	1.71+	0.047	20.5	2.38+	[169]
69		0.0185	5.5	0.91	0.16	205	0.048	0.14	20.8	4.83+	[199]
		0.0273	6.4	1.05	0.19	205	0.12	0.065	13.7	4.11+	
		0.2123	7.45	2.35	0.43	205	0.24+	0.038	9.2	0.76+	
70	351	0.024	2.25	0.58	0.26	310	0.066	0.018	8.7	6.94	[55]
71		0.0152	3.96	0.71	0.18	320	0.090	0.17	10.0	6.85	[227]
72	168	0.0505	29.5	3.9	0.13	595	0.024	0.058	95.6	4.62+	[100]
	79.2	0.2393	33.3	7.4	0.25	595	0.095	0.062	23.3	2.98+	
73		0.008	38.6	2.34	0.06	555	0.089	0.10	25.5		[30]
74	273	0.0039	2.57	0.32	0.12				19.2	9.94	[255]
75		0.0434	5.22	1.29	0.25	180	0.077	0.24	15.5	3.08+	[222]
76	91.7	0.0023	1.45	0.19	0.13	226	0.030	0.42	21.0	10.06	[40]

№	ТДС	Тип	Max	Спектр	P_2 , сут	P_3 , лет	j , град	a , а.е.	e
					0.319	32.6	80	12.55	0.18
77	SS Cet	EW	9.4V	A0+[K0IV]	2.974	20.4	90	11.30	0.206
78	TV Cet*	EA	8.60V	F2+F5	9.103	28.5	89.2	13.09	0.25
79	VY Cet	EW	11.10V	G1+[G0]	0.341	7.3	78.4	4.98	
80	RW Com*	EW	11.00V	G8+[G7]	0.237	13.7	75.2	6.19	
81	RZ Com*	EW	10.42V	G2:V+[G0]	0.338	45.1	81.4	15.33	
82	CC Com*	EW	11.30V	K5:V+[K5]	0.221	23.4	90	8.57	
83	U CrB	EA	7.66V	B6V+F8III	3.452	51.14	82	30.66	0.30
84						60.11	82	34.47	0.24
	RT CrB*	EA	10.20	G0	5.117	53.9	90	21.20	
85	Y Cyg*	EA	7.30V	B0IV+B0IV	2.996	46.99	87	52.30	
86	SW Cyg*	EA	9.24V	A2Ve+K0IV	4.573	72.8	89	33.22	0.34
87	UW Cyg	EA	10.7V	F0	3.451	49.2	88.5	20.23	
88	WW Cyg*	EA	10.02V	B7V+G8V	3.318	56.4	89.5	26.19	0.1:
89	ZZ Cyg	EA	10.61V	F7V+[K0IV]	0.629	13.44	81	7.06	
90	CG Cyg*	EA	9.73V	G9.5V+K3V	0.631	34.91	82.6	12.96	
					0.631	52.36	82.6	17.11	
					0.631	104.72	82.6	27.40	
91	GO Cyg	EB	8.47V	A0V+[A9]	0.718	90	78	33.64	0.47
92	GV Cyg	EA	13.2V	A5+[G8IV]	0.991	14.9	88	9.15	0.20
93	MR Cyg*	EA	8.75V	B3:V+B9	1.667	22.84	90	19.23	0
94	V382 Cyg*	EB	8.29V	O7.3V+O8V	1.886	47.70	85	47.52	
95	V463 Cyg*	EA	10.55V	A0+F+GIII	2.118	10.44	84.9	7.40	
96	V477 Cyg*	EA	8.50V	A3+F5	2.347	133	89	39.71	0.87
97	V700 Cyg	EW	11.9B	F2+[F0]	0.290	39.8	80.3	13.99	
98	V836 Cyg*	EB	8.57V	B9.5+[F8]	0.653	29	77.1	13.88	
99	V1580 Cyg	EA	14.0p	A0+[G4IV]	1.811	21.9	83	12.91	
100	W Del*	EA	9.69V	B9.5V+[K5IV]	4.806	36.78	89	16.25	0.18
						58.71	89	24.92	0.36
101	TY Del	EA	9.7V	B9+[G0IV]	1.191	64.9	82.5	26.54	0.221
102	Z Dra	EA	10.8p	F4V+[G8IV]	1.357	41.1	90	17.46	0.5
103	RR Dra*	EA	10.0V	A2+K0	2.831	84.3	90	31.97	0.503
104	RZ Dra*	EB	10.11V	A5+[F9]	0.551	83.5	27	26.17	0.748
105	TW Dra*	EA	8.0p	A8V+K0III	2.807	6.5	88.5	5.03	
106	WW Dra*	EA	8.3V	G2IV+K0		79.4	81.4	36.51	0.70
107	AX Dra	EB	10.9p	F1V+[G8IV]	0.568	56.1	82.8	19.92	
108	BV Dra*	EW	7.88V	F8V+F9V	0.350	23.8	76.3	9.58	
109	S Equ	EA	8.0V	B7V+G8III	3.436	40.4	88	17.88	0.21
110	TZ Eri	EA	9.8V	F3+[K5IV]	2.606	48.8	89	20.54	0.005
111	UX Eri*	EW	10.50V	F8+[F9]	0.445	45.3	78	16.94	0.72
112	YY Eri*	EW	8.1V	G5+[G0]	0.321	35.7	81.8	14.25	0.49
113	BL Eri	EW	11.5p	B5	0.417	20.8	89.8	7.41	
114	RX Gem*	EA	9.20V	A0+K2	12.208	55.7	86	25.88	0
115	AF Gem	EA	10.54V	A0+[G1IV]	1.244	16.84	83	10.29	
116	SZ Her	EA	9.86V	F0V+[G6IV]	0.818	66	88	21.56	

ТЕСНЫЕ ДВОЙНЫЕ СИСТЕМЫ В КРАТНЫХ ЗВЕЗДАХ. III

Продолжение табл. I

№	, град	$f(M_3)$	M_{12}	M_3	q_3	r , ПК	макс		K , км/с	V	Источн.
	234.9	0.0032	1.63	0.23	0.14				10.1	9.13	
77	303.5	0.0310	2.75	0.72	0.26				13.4	5.53	[252]
78	148.1	0.00013	2.66	0.10	0.04	280	0.047	0.89	13.6	15.2	[31]
79		0.045	1.70	0.62	0.36	218	0.023	0.056	14.6	3.85+	[158]
80		0.000020	1.23	0.033	0.03	85	0.073	0.17	12.6	12.33	[238]
81		0.00070	1.64	0.13	0.08	242	0.063	0.47	9.3	12.84	[75]
82		0.000214	1.083	0.07	0.06				10.3	12.6	[240]
83	1.67	0.0567	9.1	1.92	0.21	305	0.10	3.30	15.3	2.50+	[30]
84	2.69	0.0845	9.1	2.24	0.25	305	0.11	0.40	13.9	1.94+	
		0.0083	2.82	0.46	0.16	1010	0.021	0.15	10.1		[188]
85		7.652	33.0	31.8	0.96	720	0.072	0.077	16.9	-1.32+	[190]
86	107	1.26	3.00	3.92	1.31	1410	0.024	0.057	6.2	-1.81+	[55]
87		0.121	2.30	1.12	0.49	20	1.01+	0.11	8.2	1.47+	[153]
88		0.0107	4.95	0.70	0.14	770	0.034	0.058	12.2	4.94+	[258]
89		0.000915	1.80	0.15	0.08	<0			14.3	12.58	[190]
90		0.0000010	1.77	0.015	0.01	110	0.12	0.45	10.8	8.0	[217]
		0.000021	1.785	0.041	0.02	110	0.16	0.43	9.5	18.1	
		0.000027	1.830	0.046	0.03	110	0.25	0.018	7.5	17.5	
91	32.1	0.011	4.06	0.64	0.16	245	0.14	0.076	10.6	6.80	[40]
92		0.0172	2.86	0.59	0.21	510	0.018	0.090	15.4	6.84	[227]
93		0.0002	13.3	0.34	0.03	775	0.025	0.045	24.3	13.85	[30]
94		0.0074	44.6	2.56	0.06	<0			27.9	1.56+	[182]
95		0.00328	3.36	0.36	0.11	10	0.74	0.24	18.9	11.43	[190]
96	303	0.00465	3.15	0.39	0.12	195	0.20	0.23	16.1	9.34	[31]
97		0.0028	1.52	0.21	0.14	163	0.086	0.26	9.0	8.96	[158]
98		0.00068	2.98	0.20	0.07	240	0.058	0.14	13.0	13.36	[235]
99		0.213	2.85	1.64	0.58				11.0	1.50+	[80]
100	246	0.040	2.43	0.74	0.30	2380	0.0068	0.011	10.3	5.54	[30]
	254	0.113	3.17	1.32	0.42	2380	0.010	0.11	9.5	2.61+	
101	38.5	0.025	3.64	0.80	0.22	35	0.76	0.090	10.1	5.33+	[255]
102	130	0.0178	2.59	0.56	0.22	230	0.076	0.10	12.0	5.79	[59]
103	110.2	0.300	2.75	1.85	0.67	2500	0.013	0.17	7.8	0.68+	[255]
104	207.8	0.00244	2.02	0.55	0.27	570	0.046	0.13	5.0	6.30	[201]
105		0.0030	2.72	0.3	0.11	120	0.042	0.055	20.8	11.38	[259]
106	7	2.0536	2.70	5.02	1.86	115	0.32+	0.10	6.6	3.17+	[21]
107		0.00037	2.38	0.13	0.06	<0			9.9	13.05	[97]
108		0.000224	1.47	0.084	0.06	67	0.14	0.18	11.0	13.9	[240]
109	177	0.0081	3.09	0.41	0.14	375	0.048	0.091	11.8	10.64	[205]
110	0	0.165	2.34	1.30	0.56	75	0.27+	0.062	8.0	0.35+	[255]
111	61.3	0.0094	1.99	0.38	0.19	193	0.088	0.18	13.2	7.06	[184]
112	149.9	0.00066	2.12	0.15	0.07	55	0.26	0.022	12.6	11.38	[96]
113		0.00109	0.94	0.11	0.12	267	0.028	0.0028	9.5	12.55	[115]
114		0.45	3.17	2.42	0.76	315	0.082	0.12	7.8	1.50+	[161]
115		0.00045	3.65	0.19	0.05				17.2	14.04	[190]
116		0.004	2.02	0.28	0.14	220	0.098	0.031	8.5	10.75	[210]

№	ТДС	Тип	Мах	Спектр	P_2 , сут	P_3 , лет	j , град	a , а.е.	e
117	TT Her	EB	9.61V	A7V+[G5IV]	0.912	38.84	82.3	15.46	0.41
118	TX Her	EA	8.54V	A7+F0	2.060	51.53	88	20.94	0.654
119	UX Her	EA	9.05V	A3V+[K0IV]	1.549	68	82	24.42	0.50
120	AK Her*	EW	8.29V	F2V+F6V	0.421	57.9	73.5	17.72	0.25
121	AW Her*	EA	9.65V	G0+K2	8.801	12.79	90:	10.02	
122	CC Her	EA	10.2p	A0+[G6IV]	1.734	52.4	89.5	27.92	0.54
123	DI Her*	EA	8.39V	B3V+B4V	10.550	7.51	89	8.39	0.7
124	HS Her*	EA	8.50V	B5V+A7	1.637	100	88.7	43.28	0.95
125	PW Her*	EA	9.84V	K0IV-V	2.881	42.7	90	26.72	
126	V338 Her	EA	10.07V	F2V+K0	1.306	26.35	81	11.84	0.59
127	V829 Her	EW	10.10V		0.358	10.9	90	6.30	0.26
128	V842 Her	EW	9.85V		0.419	12.35	77.7	6.99	0.480
129	V899 Her	EW	7.82	F8	0.421	3.7	90	4.38	
130	RX Hya*	EA	8.9V	A8+[K5IV]	2.282	54.3	89	24.32	0.34
131	DF Hya	EW	11p	G0+[F9]	0.331	86.3	89.5	25.74	0.162
132	EU Hya	EA	10.1p	F2+[K1]	0.778	26.5	85	11.51	
133	EZ Hya	EW	10.4V	F9+[F8]	0.450	30.9	83.3	12.98	
134	FG Hya*	EW	9.90V	G0+[F8]	0.328	36.4	71	14.90	
135	BS Ind*	EA	9.01Hp	M0V+M0V+K0	0.476	3.3	90	2.64	0.60
136	RT Lac*	EB	7.38V	G9IV+K1V	5.074	35	75	16.27	0.42
137	RW Lac*	EA	10.4p	G5+G7+M1	10.369	7.2	88.5	4.86	0.0118
138	SW Lac*	EW	8.51V	G3V+G3V	0.321	23.1	84.5	10.47	0.48
					0.321	90	84.5	29.66	0.60
139	TW Lac	EA	11.5V	A2IV+[K0IV]	3.037	105.98	87	44.52	0.70
140	VX Lac	EA	10.9p	F0+[K4IV]	1.074	68.2	88	22.05	0.41
141	AR Lac*	EA	6.08V	G2V+K0IV	1.983	47	87	18.24	
142	CO Lac	EA	10.28V	B8.5IV+B9.5V	1.542	41.45	87.5	23.66	
143	PP Lac	EW	11.67V		0.401	19.7	85	9.03	
144	Y Leo*	EA	10.09V	A5V+[G9IV]	1.686	85.2	90	27.36	0.400
145	RW Leo	EA	11.9V	A3V+F4	1.682	38.4	86	19.69	0.46
146	UU Leo	EA	11.4	A2+[G1IV]	1.680	62	83	24.01	0.77
147	UV Leo	EA	8.90V	G0V+G2V	0.600	71.73	83.1	23.24	0.30
148	XX Leo*	EB	11.1B	A8+[F2]	0.971	59.66	84.8	22.78	0
149	AM Leo*	EW	9.25	F8V+[F7.5]	0.365	44.82	86	16.30	0.73
150	AP Leo*	EW	9.32V	F8V+[G0]	0.430	22.4	77.5	10.16	
151	CE Leo*	EW	11.8p	G6+[G4]	0.303	22.6	84.6	9.63	0.61
152	T LMi	EA	10.87V	A0+G5III	3.020	37.42	88	16.42	0.17
					3.020	136.98	88	46.15	0.29
153	RT LMi	EW	11.4p	G0+[F9]	0.375	46.7	84.1	16.00	
154	VW LMi	EW	8.08	F3-5V	0.478	0.972	64.1	1.623	0.097
155	VZ Lib*	EA	10.13V	A5+[G7IV]+G7	0.358	17.1	73.5	9.56	
156	Delta Lib*	EA	4.91V	A0V+K0IV+G9	2.327	54.73	86.5	23.76	0.49
157	RR Lyn*	EA	5.54V	A1V+F0V	9.945	39.7	87.4	17.64	0.96
158	SW Lyn	EA	9.51V	F2V+[K0IV]	0.644	5.9	80.5	4.51	0.52
						32.1		14.17	

ТЕСНЫЕ ДВОЙНЫЕ СИСТЕМЫ В КРАТНЫХ ЗВЕЗДАХ. III

Продолжение табл. I

№	, град	$f(M_3)$	M_{12}	M_3	q_3	r , ПК	макс		K , км/с	V	Источн.
117	235	0.00157	2.24	0.21	0.09	515	0.030	0.32	11.8	12.60	[198]
118	48.6	0.0048	3.07	0.387	0.13	175	0.12	0.42	14.1	9.08	[250]
119	281	0.0036	2.83:	0.32	0.11	195	0.12	0.54	11.0	10.57	[149]
120	75	0.00136	1.5:	0.16	0.11	100	0.18	0.33	8.1	11.73	[149]
121		1.112	2.67	3.48	1.30	210	0.048	0.15	10.1		[212]
122	90.0	0.31	5.24	2.69	0.51				12.5	0.21+	[206]
123	330	0.0040	9.67	0.8	0.08	765	0.011	0.57	43.1	6.83	[95]
124	194	0.017-0.10	6.61	1.5		440	0.098	0.045	41.3	3.66+	[93]
125		4.3	2.67	7.8	2.92	240	0.11	0.55	4.8		[188]
126	128.7	0.031	1.82	0.568	0.31	385	0.031	0.047	12.4	5.92+	[254]
127		0.006	1.800	0.3	0.17	74	0.085	0.14	15.2	8.46	[56]
128	196.0	0.01267	1.833	0.41	0.22	177	0.039	0.065	15.4	7.13	[197]
129		0.61	3.29	2.84	0.86	125	0.035	0.038	19.0		[166]
130	43.5	0.141	3.38	1.50	0.44	1885	0.013	0.018	9.8	0.52+	[153]
131	165	0.114	1.45	0.84	0.58	190	0.14+	0.17	5.7	0.87+	[256]
132		0.0083	1.83	0.34	0.19	<0			10.8	8.70	[160]
133		0.0342	1.72	0.57	0.33	<0			9.3	5.48	[241]
134		0.095	1.605	0.89	0.55	335	0.044	0.058	7.4	1.09+	[180]
135	354	0.273	0.9	0.8	0.89	45	0.059	0.062	15.8		[67]
136	174	0.163	2.206	1.31	0.59	195	0.083	0.10	9.3	4.10+	[82]
137	161.3	0.0137	1.798	0.41	0.23				16.3	8.28	[226]
138	243	0.0146	1.74	0.41	0.10	80	0.13	0.24	13.9	6.44	[149]
	207	0.2421	1.91	1.31	0.75	80	0.37+	0.42	7.0	0.83+	
139	213.1	0.523	4.67	3.184	0.68				10.4	-0.98+	[254]
140	111	0.0108	1.92	0.385	0.20	<0			8.8	8.44	[255]
141		0.000012	2.70	0.046	0.02	40	0.46	0.89	11.3	19.1	[173]
142		0.0128	6.80	0.91	0.13	<0			15.0	5.80	[190]
143		0.0026	1.69	0.21	0.12	285	0.032	0.057	12.1	9.55	[186]
144	160.9	0.05756	2.46	0.86	0.36	240	0.11	0.17	7.7	3.70+	[143]
145	-	0.0351	4.2	0.98	0.23				13.9	2.98+	[159]
146	9	0.106	2.48	1.12	0.45				12.4	2.86+	[55]
147	350	0.00025	2.32	0.12	0.05	95	0.24	0.46	9.6	13.09	[53]
148		0.068	2.41	0.91	0.38	10	2.28+	3.30	8.2	3.45+	[253]
149	22.0	0.00125	1.888	0.172	0.09	75	0.22	0.40	14.5	11.21	[22]
150		0.0012	1.91	0.18	0.09	125	0.081	0.15	12.1	11.20	[178]
151	200	0.0123	1.41	0.34	0.24	202	0.048	0.077	12.8	6.34	[90]
152	44.8	0.011	2.68	0.48	0.18	490	0.034	0.057	11.2	9.27	[254]
	24.6	0.329	3.16	2.08	0.66	490	0.094+	0.11	6.3	0.98+	
153		0.00028	1.78	0.10	0.06				9.6	14.1	[164]
154	2.20	0.465	2.37	2.20	0.93	125	0.013+	0.014	4.9	0.94+	[145]
155		0.142	1.858	1.13	0.61	205	0.047	0.058	9.9	0.00+	[167]
156	317	0.00117	4.0	0.48	0.12	95	0.25	0.45	13.2	11.16	[32]
157	28	0.0000728	3.38	0.10	0.03	80	0.22	0.43	45.8	16.7	[16]
158		0.0631	1.9	0.78	0.41	360	0.012	0.018	18.6	3.27+	[135]
		0.0000613	2.68	0.079	0.03	360	0.039	0.076	12.6	16.4	

№	ТДС	Тип	Мах	Спектр	P_2 , сут	P_3 , лет	j , град	a , а.е.	e
159	RV Lyr	EA	11.5p	A5+K4III	3.599	67.99	90	30.59	0.31
160	TZ Lyr*	EB	10.87V	F5V+[G9IV]	0.529	45.5	81	15.74	
161	NY Lyr	EW	12.7p	F0+[G3]	0.441	19.4	74	9.86	
						82.1	74	27.24	
162	PY Lyr*	EW	12.5	F0:	0.386	52.5	80.4	20.18	0.138
163	UZ Lyr	EA	9.9V	B9V+[G2IV]	1.891	25.62	82	13.73	
164	RU Mon*	EA	10.33V	B7V+B7V	3.585	73.3	90	37.08	0.464
165	V396 Mon	EW	12.6p	F8?+K8?	0.396	133.71	82.5	34.40	0.41
166	TU Mus*	EB	8.17V	O8V+O9.5V	1.387	47.73	77	45.15	
167	TV Mus	EW	11.0p	G0+[F9.5V]	0.412	29.1	78.9	12.61	
168	U Oph*	EA	5.84V	B4n+B5n	1.677	38.7	86	25.08	0.22
169	SW Oph*	EA	10.6p	A0+[G7IV]	2.446	42.08	81	21.98	
170	V502 Oph*	EW	8.34V	G2V+[F9.5]	0.453	23.00	74	9.95	0.12
171	V508 Oph*	EW	10.06V	G0V+G2V	0.345	24.73	86.1	10.46	0.43
172	V566 Oph	EW	7.46V	F4V+[F2]	0.410	23.1	79.8	10.33	0.6
173	V839 Oph*	EW	8.80V	F8V+[F7]	0.409	16.99	77.0	8.99	0.28
174	EF Ori	EA	13.6p		3.701	4.20	82	3.91	0
175	ER Ori*	EW	9.28V	F8V	0.423	52	87.5	21.03	0.77
176	ET Ori	EA	11.2p	G3	0.951	19.16	82	8.76	
177	FH Ori	EA	11.26V	A1III+K4IV	2.151	18	85.7	10.51	
178	FZ Ori	EW	10.7V	G0+[F7]	0.400	48.9	77.5	18.74	0.559
179	U Peg*	EW	9.23V	G2V	0.375	18.8	82.5	8.47	
180	AT Peg*	EA	8.97V	A7V+[G8.5IV]	1.146	25.10	78.5	13.25	0.39
181	BB Peg*	EW	10.80V	F8+[F6.5]	0.362	27.9	79.9	11.82	0.56
182	BO Peg	EB	11.5V	A7IV-V+G	0.580	63.6	79.1	23.06	
183	BX Peg	EW	10.92V	G4-5+[F9]	0.280	52.4	79.5	16.58	0.62
184	DI Peg*	EA	9.38V	F4IV+[G6IV]	0.712	31.6	88.2	12.66	
185	EE Peg*	EA	6.93V	A3+F5+K-M	2.628	4.08	88.6	4.05	0.52
186	RT Per*	EA	10.46V	F2V+G5IV	0.849	20.0	83	9.55	
					0.849	43.8	83	17.34	
187	RV Per	EA	10.3	A2+[G7IV]	1.973	99.8	89	34.07	0.785
188	RW Per*	EA	9.68V	A5III+G0III	13.199	67.6	86.5	30.45	
189	ST Per*	EA	11.76V	A3V+K1IV	2.648	23.5	86	13.90	
					2.648	129.0	86	48.56	
190	WY Per	EA	11.5V	A0+[K2IV]	3.327	63.4	89.5	28.06	0.56
191	DM Per*	EA	7.86V	B5V+[A1]	2.728	0.326	89	1.13	0
192	IK Per	EB	11.3p	A2+[A2]	0.676	50.48	65	19.50	
193	V432 Per*	EW	10.99V	G4+[F9]	0.383	35.3	80	13.14	0.49
194	V482 Per	EA	10.6 p	F5	2.447	16.8	90	10.09	0.82
195	SZ Psc*	EA	7.18V	K1IV+F8V	3.966	56	76	25.84	
						56	76	26.45	
196	UV Psc*	EA	8.91V	G5V+K0V	0.861	61	88.9	19.36	
197	VZ Psc*	EW	10.20V	K2-5	0.261	25.0	64	10.46	
198	EM Psc	EW	14.3V		0.344	3.3	88.6		
199	U Sge*	EA	6.45V	B8V-G4IV	3.381	46.52	89.5	24.65	
200	UZ Sge	EA	11.4p	A3V+[G0IV]	2.216	47.0	90	18.76	0.281

ТЕСНЫЕ ДВОЙНЫЕ СИСТЕМЫ В КРАТНЫХ ЗВЕЗДАХ. III

Продолжение табл. I

№	, град	$f(M_3)$	M_{12}	M_3	q_3	r , пк	a_{max}		K , км/с	V	Источн.
159	138.5	0.044	5.00	1.192	0.24				11.4	2.08+	[254]
160		0.00016	1.80	0.084	0.05	333	0.047	0.090	9.7	15.5	[244]
161		0.00205	2.3	0.25	0.10				13.2	10.22	[176]
		0.0116	2.5	0.50	0.19				8.0	6.60	
162	0	0.119	2.5	0.48	0.19	750	0.027	0.045	9.6		[256]
163		0.0054	3.5	0.44	0.13	<0			14.0	9.77	[190]
164	202.0	0.1105	7.34	2.15	0.29	<0			13.2	1.35+	[224]
165	114.2	0.042	1.67	0.607	0.36				6.1	5.19	[254]
166		0.0023	38.8	1.60	0.04	<0			26.4	3.24+	[182]
167		0.085	1.57	0.80	0.51				8.4	1.69+	[181]
168	140	0.0044	9.76	0.77	0.08	190	0.13	0.24	18.3	7.55	[89]
169		0.723	3.0	3.0	1.00	<0			7.7	-0.46+	[190]
170	283.1	0.00048	1.74	0.12	0.07	80	0.12	0.23	11.7	13.42	[117]
171	286	0.0114	1.53	0.34	0.22				11.4	7.52	[17]
172		0.0031	1.828	0.24	0.13	70	0.15	0.26	14.5	10.28	[149]
173	29	0.0083	2.14	0.378	0.18	108	0.083	0.14	13.6	7.48	[200]
174		0.229	2.00	1.40	0.70		0.006		16.1	1.69+	[227]
175		0.068	2.51	0.93	0.37	<0			13.8	1.38+	[99]
176		0.0062	1.55	0.28			2.50		13.5	8.88	[190]
177		0.0144	3.01	0.57	0.19	1580	0.0066	0.011	14.6	3.79+	[6]
178	189.4	0.036	2.1	0.65	0.31	250	0.075	0.11	10.2	3.38+	[256]
179		0.0206	1.32	0.40	0.30	145	0.058	0.90	10.2	7.58	[152]
180	346.6	0.012	3.13	0.56	0.18	<0			14.2	6.88	[30]
181	69	0.0010	1.95	0.17	0.09	216	0.055	0.10	13.8	10.68	[88]
182		0.0002	2.9	0.13	0.04				10.2	14.34	[156]
183	2.74	0.0062	1.40	0.26	0.18	168	0.099	0.17	10.0	8.14	[110]
184		0.00086	1.88	0.15	0.08	185	0.068	0.13	11.0	12.35	[118]
185	275	0.0083	3.48	0.5	0.14	130	0.031	0.055	30.3	8.25	[106]
186		0.0001	2.1	0.08	0.02	180	0.053	0.10	13.8	6.10	[199]
		0.0217	2.18	0.54	0.05	180	0.096	0.18	11.1	16.0	
187	210.1	0.0066	3.50	0.47	0.13				14.5	8.58	[252]
188		1.02	2.78	3.4	1.22	300	0.10+	0.091	6.03	0.12+	[126]
189		0.0505	3.8	1.06	0.28	350	0.040	0.062	13.7	3.47+	[199]
		0.1723	4.86	2.02	0.53	350	0.14+	0.18	7.3	0.88+	
190		0.376	3.25	2.25	0.69	1475	0.019	0.022	9.4	0.26+	[227]
191		0.167	10.35	3.12	0.30	630	0.018	0.0028	79.4	2.37+	[73]
192		0.017	2.33	0.58	0.25				8.3	7.97	[261]
193	154.2	0.0065	1.54	0.28	0.18	190	0.069	0.12	10.6	7.99	[113]
194		0.174	2.32	1.32	0.57	420	0.024	0.031	19.9		[227]
195		0.54	2.90	2.6	0.90	85	0.46+	0.32	7.0	1.73+	[87]
		0.15	4.5	1.4	0.48	85	0.31	0.42	9.2	12.25	
196		0.0026	1.75	0.20	0.11	65	0.30+	0.54	8.5	1.12+	[174]
197		0.00022	1.73	0.101	0.06	60	0.17	0.33	10.6	13.6	[177]
198		0.634	1.22	1.79	1.47						[163]
199		0.00132	6.52	0.40	0.06	310	0.080	0.15	14.9	11.87	[190]
200	293.6	0.031	2.34	0.65	0.28				9.7	5.72	[254]

№	ТДС	Тип	Мах	Спектр	P_2 , сут	P_3 , лет	j , град	a , а.е.	e
201	YY Sgr*	EA	10.02V	B6+B5	2.628	44.3	88.5	24.38<	0.44
202	V701 Sco	EW	8.63V	B1V+B1V	0.762	41.2	69.5	33.60	
203	V906 Sco*	EA	5.96V	B9V+B9V	2.786	сотни			
204	AS Ser*	EB	11.4V	F2+M5V	0.466	11.8	89.8	6.84	
205	AU Ser*	EW	10.9V	G5+[F8]	0.386	94.15	82.8	26.07	0.48
206	Y Sex*	EW	9.83V	F8+[F8.5V]	0.420	32.10	76.1	11.49	
					0.420	51.22	76.1	16.10	
207	RW Tau*	EA	7.98V	B8V+K0IV	2.769	88	90	33.02	
208	RZ Tau*	EW	10.08	A7V+A7V	0.416	28.5	78.5	12.29	
209	AC Tau	EA	10.3V	F0+[K6IV]	2.043	29.8	89.5	14.15	
210	AH Tau	EW	11.25V	G1p+[F8.5]	0.333	77.6	79	23.41	0.31
211	CF Tau	EA	10.03V	G0+[K2]	2.756	44.42	85	17.10	0.51
212	EQ Tau*	EW	10.50V	A3+K0IV	0.341	50.2	86.6	17.81	0.37
213	GW Tau*	EB	11.2p	A3+[A8]	0.722	86.6	81	33.43	
214	V471 Tau*	EA	9.40V	K0Ve +DA	0.521	32.38	90	12.39	0.30
215	V Tri*	EB	10.7V	A3+[G2IV]	0.585	21.963	84.4	12.65	0
216	X Tri	EA	8.55V	A3+K0	0.972	18.78	90	11.04	
217	RV Tri	EA	11.5p	F9+K2	0.754	10.75	83	6.39	
					0.754	25.78	83	11.62	
218	TX UMa*	EA	7.06V	B8V+ G0III-IV	3.063	29.0	83.5	18.12	
					3.063	80.0	83.5	39.54	
219	TY UMa	EW	11.48V	F7+[F5.5]	0.354	57.38	80.4	19.05	
220	VV UMa*	EA	10.13V	A2V+[G1IV]	0.687	22.28	83.2	9.34	0.200
221	XY UMa*	EB	9.50V	G2V+K5V	0.479	30.3	84.5	12.20	0.70
222	AW UMa*	EW	6.83V	F0-2+M7	0.439	16.8	78.3	8.32	0.46
223	W UMi*	EA	8.61V	A2V+[G2IV]	1.701	62.2	81.5	24.30	0.35
224	AC Vel*	EB	8.6V	B3III-V+B3III-V	4.562	20.8	85.5	20.83	0.4
225	AO Vel*	EA	9.35V	B9III+Ap+B5	1.584	41.0	88.5	27.15	0.291
226	BO Vel	EA	10.5p	F0+[G0IV]	1.946	41.5	70.5	17.15	0.30
227	UW Vir	EA	8.98V	A2+K3IV	1.811	45.9	90	16.34	
228	AG Vir	EW	8.35V	A7-9+[F2]	0.643	40.9	89.2	15.41	
229	AH Vir*	EW	8.89V	K0V	0.408	41.1	86.5	16.27	0.89
230	BF Vir*	EB	10.5V	A2V+[G3IV]	0.640	30	80.7	11.98	
231	BH Vir	EA	9.60V	G0V+G2V	0.817	9.12	87.4	6.14	
					0.817	52.7	87.4	18.84	
232	GR Vir	EW	7.8V	G0+[G1]	0.347	19.3	83.4	9.20	
233	AY Vul	EA	11.3p	F0+[K0IV]	2.412	78.6	81.5	23.97	0.55
234	BE Vul*	EA	9.78V	A3-5+[G5IV]	1.552	31.41	85	14.20	
235	BO Vul	EA	10.5B	F0+[G0IV]	1.946	42.2	89	17.12	0.332
236	DR Vul*	EA	8.65V	B0V+B0.5V	2.251	82.3	87	61.59	0.77
237	ER Vul*	EW	7.27V	G0V+G5V	0.698	30.6	67.3	12.71	
238	EV Vul*	EB	10.49	B1+B5.5	2.822	1.193	83.1	5.86	
239	NO Vul	EW	12.83	F8+[F8.5]	0.371	63.53	82.5	22.33	0.408
240	HD131861	EA	7.91V	F5V+G8V	3.551	4.495	81	3.96	

ТЕСНЫЕ ДВОЙНЫЕ СИСТЕМЫ В КРАТНЫХ ЗВЕЗДАХ. III

Окончание табл. I

№	, град	$f(M_3)$	M_{12}	M_3	q_3	r , ПК	макс		K , км/с	V	Источн.
201			7.38			85	0.29<+	0.57	18.2	2.24+	[31]
202		0.0121	20.4	1.94	0.10	1350	0.025	0.045	20.7	0.51+	[169]
203			6.63	3:	0.45	310					[24]
204		0.00439	2.02	0.28	0.14				15.1	9.49	[263]
205	147.7	0.0342	1.47	0.53	0.36	70	0.37	0.55	6.9	5.28	[68]
206		0.00504	1.43	0.043	0.03	110	0.10	0.20	10.0	19.0	[74]
		0.0205	1.47	0.12	0.08	110	0.15	0.27	8.4	13.45	
207		0.172	3.1	1.55	0.50	325	0.10	0.14	7.4	2.53+	[59]
208		0.000441	2.15	0.135	0.06	220	0.056	0.10	11.9	12.62	[154]
209		0.0409	2.44	0.75	0.31	<0			10.8	3.77+	[153]
210	118.1	0.0289	1.61	0.52	0.32	280	0.084	0.13	7.0	5.16	[256]
211	306	0.02627	1.98	0.555	0.28	15	1.14	1.78	10.4	5.80+	[23]
212		0.024	1.752	0.49	0.28	280	0.064	0.099	8.9	5.65	[152]
213		0.103	3.6	1.38	0.38				8.2	2.10+	[260]
214	73	0.0000268	1.77	0.045	0.02	45	0.28	0.54	11.7		[81]
215		0.000308	4.03	0.17	0.04	<0			16.4	13.64	[70]
216		0.00217	3.5	0.316	0.09	165	0.067	0.12	16.1	10.43	[193]
217		0.0011	2.09	0.17	0.08				16.3	11.05	[245]
		0.000463	2.26	0.10	0.04				12.8	13.8	
218		0.0253	6.0	1.08	0.18	240	0.076	0.13	15.7	4.30+	[199]
		0.1755	7.1	2.56	0.36	240	0.16+	0.24	10.8	0.85+	
219		0.0138	1.7	0.40	0.24	121	0.16	0.25	7.9	6.81	[91]
220	219.8	0.01997	1.26	0.38	0.30				9.7	9.19	[202]
221	22	0.0027	1.76	0.22	0.12	65	0.19	0.33	14.9	9.58	[147]
222		0.00030	1.933	0.11	0.06	65	0.13	0.24	15.3	14.94	[145]
223	240	0.0021	3.4	0.31	0.09	415	0.058	0.11	11.3	12.02	[104]
224		0.756	14.0	6.9	0.49	3335	0.0062	0.0084	27.8	2.33+	[83]
225	11.8	0.825	7.01	4.89	0.70	95	0.28+	0.34	12.1	1.45+	[63]
226	351	0.0570	2.09	0.84	0.40				8.7	1.35+	[55]
227		0.0707	1.20	0.87	0.72	450	0.036	0.042	6.2	3.70+	[153]
228		0.0000102	2.11	0.079	0.04	695	0.022	0.043	10.8	17.4	[154]
229		0.042	1.900	0.65	0.34	95	0.17+	0.26	19.2	2.35+	[149]
230		0.00579	1.63	0.281	0.17	290	0.041	0.071	10.0	11.49	[175]
231		0.0131	2.34	0.445	0.19	125	0.049	0.082	16.8	6.49	[171]
		0.0000615	2.34	0.067	0.03	125	0.15	0.29	10.3	16.3	
232		0.0383	1.54	0.55	0.36	55	0.17	0.24	10.4	5.40	[179]
233	-	0.0234	1.74	0.49	0.28				8.4	7.36	[159]
234		0.00151	2.67	0.23	0.09	<0			12.3	12.84	[190]
235	0.01	0.0493	2.09	0.73	0.35	233	0.073	0.11	9.5	3.79	[252]
236	104	0.651	25.3	9.2	0.36	65	0.95+	1.39	25.6	1.85+	[31]
237		$19 \cdot 10^{-9}$	2.19	0.0048	0.002	50	0.25	0.51	11.4	30.7	[172]
238		88.85	19.5	122	6.26				20.0	-16	[8]
239	128.0	0.0063	2.40	0.36	0.15	421	0.053	0.092	9.9	7.76	[252]
240		0.0178	2.38	0.54	0.23	85	0.046	0.076	21.1		[57]

Примечания к табл. 1.

XZ And	В работе [45] три периода объяснены как апсидальное движение ($P_U = 137.5$ года, $A_U = 0.100''$), ЛПТЕ-эффект ($P_3 = 36.8$ года, $A_3 = 0.028''$) и магнитная активность (МА) одного из компонентов ($P_M = 11.2$ года, $A_M = 0.005''$, $B = 0.89$ Тл)
AB And	Третий компонент не обнаружен при спекл-интерферометрических наблюдениях [85, 196]
BX And	ADS 1671B. Звезда №1 [10]. Визуальный компонент не связан с ЛПТЕ-эффектом [44]
V417 Aql	Возможно, ЛПТЕ-эффект вызван МА [157]
V802 Aql	ЛПТЕ-эффект скорее всего вызван МА [243]
V539 Ara	Звезда № 31. В системе происходит апсидальное движение с $P_U = 150$ лет [142]. Визуальный компонент не связан с ЛПТЕ-эффектом [230]
SS Ari	Относительный блеск третьего компонента $I_3/(I_1+I_2) = 0$ [98]. Линии третьего компонента не обнаружены в спектре [119]. Возможно, третий компонент типа BY Dra или белый карлик [47]
TT Aur	$I_3/(I_1+I_2) = 0.00025$ [139]
ZZ Aur	Возможно, ЛПТЕ-эффект вызван МА с напряженностью поля $B = 0.695$ Тл [136]
AR Aur	$I_3/(I_1+I_2) < 0.01$ [40]
CL Aur	$I_3/(I_1+I_2) = 0.015$ [228]
HP Aur	Наблюдается апсидальное движение с периодом $P_U > 80$ лет [103]
IM Aur	$I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.11V$ [29]
IU Aur	Признаков линий третьего компонента в спектре нет [49]. $I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.20$ [129]. Глубина минимума изменяется из-за прецессии плоскости орбиты в поле гравитации третьего компонента [128]. Самая короткопериодическая ДПО в списке
TY Boo	В работе [114] даны два периода: $P_3 = 31.5$ (ЛПТЕ-эффект) и $P_M = 11.76$ г.(МА)
CK Boo	$P_M = 14$ лет и обусловлен МА [168]. В работе [149] получены другие элементы ЛПТЕ-эффекта: $P_3 = 21.3$ лет, $e_3 = 0.96$, т. е. звезда оказывается вблизи зоны динамической неустойчивости системы. Возможно, визуальный спутник с $a = 0.12$ ($V = 2.8$, $\alpha = 15$ а. е.) вызывает ЛПТЕ-эффект [149]
SS Cam	$P_3 = 60$ лет, и третье тело — черная дыра ($M_3 = 5M_\odot$) [71]
SV Cam	Обнаружены спектральные линии третьего компонента с $T_{\text{эф}} = 3900\text{K}$ [42]
SZ Cam	ADS 2984B. Звезда № 48. В центре рассеянного звездного скопления (РЗС) NGC 1502, но не член скопления. Третий компонент — ТДС? Орбитальная визуальная система [65]
AO Cam	Обнаружены спектральные линии третьего компонента [42]
AS Cam	$P_U = 1970 \pm 80$ лет [229]
TX Cnc	Звезда № 52
AD Cnc	$I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.08V$. P_4 обусловлен МА [183]
AH Cnc	Член РЗС M67
RS CVn	Звезда № 54. МА [192]
R CMa	$I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0$ [189]. Третий компонент белый или красный карлик [250]
FZ CMa	Третий компонент двойная? [250]
QZ Car	Третий компонент самый массивный в списке и является спектрально-двойной звездой [129]. При интерферометрических наблюдениях не обнаружен [124]
ZZ Cas	Большой разброс точек на диаграмме $O - C$ [105]
BS Cas	Возможно, МА [246]
IV Cas	Главный компонент ТДС — пульсирующая переменная [231]
RR Cen	$I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.0067V$ [242]
U Cep	ADS 830A. Звезда № 109

XX Cep	$I_3 = 0$ и нет признаков линий третьего компонента [25]. В работе [112] приведены два периода: 42.3 и 180.9 г. Соответствующие им МА $B = 0.2691$ и 0.1636 Тл
AH Cep	$(I_3+I_4)/(I_1+I_2+I_3+I_4) = 0.045$ [100]
CQ Cep	Отнесена к группе возможных ТДС с ЛПТЕ-эффектом [30]
TV Cet	$P_U = 30000 \pm 8000$ лет [223]
RW Com	Возможно, МА ($B_1 = 0.94$ Тл, $B_2 = 1.3$ Тл) [238]
RZ Com	Возможно, МА [75]
CC Com	Возможно, МА ($B_1 = 0.77$ Тл или $B_2 = 0.98$ Тл) [238]
RT CrB	Возможно, МА [188]
Y Cyg	Апсидальное движение [190]
SW Cyg	Очень большая полуамплитуда ЛПТЕ-эффекта ($A = 0.305''$). Возможно, МА ($B = 0.127$ Тл) [122]. Третий компонент черная дыра с $M = 10.56M_\odot$ [213]
WW Cyg	Возможно, МА [258]
CG Cyg	Звезда № 148. Возможно, МА ($B_1 = 0.7...0.9$ Тл или $B_2 = 1.15...1.6$ Тл) [217]
MR Cyg	Отнесена к группе с возможным ЛПТЕ-эффектом [30]
V382 Cyg	Звезда № 151
V463 Cyg	$I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.360V$ [218]
V477 Cyg	$P_U = 431$ год [31]
V836 Cyg	$O - C$ объяснено проявлением только МА ($B = 0.6$ Тл) с периодом 38.46 лет [249]
W Del	Отнесена к группе с вероятным ЛПТЕ-эффектом [30]
RR Dra	Скачкообразные изменения P_2 [185]
RZ Dra	Оценка $j = 27$ [201]
TW Dra	ADS 9706A. Звезда № 173. Найденный $P_4 = 21.64$ года связан с МА [259]. В работе [18] найдены три периода ДПО и рассмотрены условия устойчивости системы
WW Dra	ADS 10152A. Звезда № 174
BV Dra	ADS 9706A. Пара с затменной переменной BW Dra ($a = 16.1$) [9]. В спектре не обнаружены линии третьего компонента [76]
UX Eri	$I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.006$ [184]
YY Eri	Возможно, МА ($B_1 = 0.575$ Тл, $B_2 = 0.824$ Тл) [96]
RX Gem	Третий компонент черная дыра или нейтронная звезда? Возможно, МА на спутнике ТДС [161]
AK Her	ADS 10408A. Звезда № 194. Спектральные и спекл-интерферометрические наблюдения не обнаружили третий компонент [76, 85]
AW Her	Невидимый компонент — черная дыра? [212]
DI Her	Оценка $j = 28.4$ [95]. $P_U = 31600 \pm 2300$ лет. Если есть ЛПТЕ-эффект, то $A < 0.0004''$ [219]
HS Her	$P_U = 89.7$ года [93]. Линии третьего компонента не обнаружены [37]
PW Her	Возможно, МА или третий компонент черная дыра [188]
RX Hya	Звезда № 204.
FG Hya	Синхронно изменяется глубина минимумов с периодом ДПО. Возможно, МА [180]
BS Ind	Спектрально-тройная система [67]
RT Lac	Наблюдаются вариации блеска ТДС, связанные с пятнами [36]. Период 17 лет связан с МА [82]. Третий компонент — двойная звезда? [92]
RW Lac	$I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.018$ [226]. Возможно, визуальный компонент с $a = 1.70$ ($V = 2.54$, $a_3 = 138$ а.е.) вызывает ЛПТЕ-эффект [149]
SW Lac	Обнаружены слабые линии четвертого компонента [76]. Если третий компонент вращается вокруг четвертой звезды, то система неустойчива [141]

Примечания к табл. 1 (окончание).

AR Lac	Возможно, МА ($P_m = 47$ лет, $B_1 = 3.45$ Тл, $B_2 = 0.567$ Тл) [173]	V432 Per	Возможно, МА ($B_1 = 0.6659$ Тл и $B_2 = 0.9556$ Тл) [133]
Y Leo	Возможно, МА ($B = 0.3446$ Тл). Найдены еще три коротких периода $P_4 = 6.375$, $P_5 = 7.781$ и $P_6 = 8.606$ г., природа которых не понятна. Если система шестикратная, то она нестабильна [143]	SZ Psc	Звезда № 299. Возможно, МА ($B = 0.57...0.89$ Тл) [87]
XX Leo	$I_3/(I_1+I_2+I_3) = (0.080 \pm 0.002)V$ [253]	UV Psc	Возможно, МА ($B_1 = 0.6659$ Тл и $B_2 = 0.9556$ Тл) [174]
AM Leo	ADS 8024A. Звезда № 223. Возможно, МА [46]. Обнаружен спектральный компонент ($m = 5.2$) [151]	VZ Psc	Возможно, МА спутника [177]
AP Leo	Возможно, МА [178]	U Sge	Звезда № 325. При увеличении периода ТДС, блеска звезды уменьшается [203]
CE Leo	Наблюдаются флуктуации блеска ТДС и, возможно, МА [90]	YY Sgr	$P_U = 290.4$ года [31]
VZ Lib	Спектрально-тройная система с $P = 1200$ сут и $I_3/(I_1+I_2) = 0.20$ [119]. Фотометрически $I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.045$ [265]	V906 Sco	Звезда № 342
Lib	Звезда № 229. Обнаружен спектральный компонент G7 с массой $0.95M_{\odot}$, не связанный с ЛИТЕ-эффектом. Получены его орбитальные элементы, $P = 2.762$ г. [221]	AS Ser	$I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.0108V$ [263]
RR Lyn	Система неустойчива [Настоящая работа]	AU Ser	Возможно, МА [68]
SW Lyn	Спектрально-тройная система [119]	Y Sex	Звезда № 358. Визуальный спутник с $\alpha = 0.49$ ($V = 2.62$, $a_3 = 12$ а. е.) [149]
TZ Lyr	ADS 11291A. Звезда № 238. Возможно, МА [244]	RW Tau	ADS 2944D. Звезда № 359. ЛИТЕ-эффект? [59]
PY Lyr	$I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.197V$ [256]	RZ Tau	Визуальный спутник с $\alpha = 0.80$ ($V = 3.7$, $a_3 = 139$ а. е.) [149]. Возможно, МА спутника [239]
RU Mon	$P_U = (348 \pm 15)$ лет [94]	EQ Tau	Наблюдается флуктуация блеска ТДС. Скорее всего, причина ЛИТЕ-эффекта связана с МА [247]
TU Mus	Визуальный компонент ($\alpha = 16$) не является причиной ЛИТЕ-эффекта [182]	GW Tau	$I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.0026$, хотя по массе M_3 вклад I_3 должен быть 0.2 [260]
U Oph	ADS 10428A. Звезда № 255. $P_U = 20.7$ лет [89]. $I_3 = 0$ [101]. Третий компонент не обнаружен при спекл-интерферометрических наблюдениях [85]	V471 Tau	Катаклизматическая переменная. Третий компонент — кандидат в коричневые карлики с $M_3 = 0.045M_{\odot}$ [81]
SW Oph	Звезда № 256	X Tri	Звезда № 379. $I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.018$. Возможно, МА ($B = 0.877$ Тл) [193]
V502 Oph	Получены элементы ДПО [117]. Обнаружены слабые линии третьего компонента [76]	TX Tri	Возможно, МА ($B = 0.4379$ Тл или 0.3074 Тл) [199]
V508 Oph	По спектральным и фотометрическим наблюдениям третья звезда не обнаружена [109]. Возможно, МА ($P_m = 9.91$ г. и $B = 1.49$ Тл) [20]	VV UMa	Возможно, МА [202]
V839 Oph	Возможно, МА ($B = 1.11$ Тл) [200]	XY UMa	Возможно, МА [39]
ER Ori	Звезда № 262	AW UMa	Звезда № 388. $I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.0057$ [236]
U Peg	Возможно, МА [152]	W UMi	ЛИТЕ-эффект или скачкообразные изменения периода ТДС [104]
AT Peg	Отнесена к группе возможных ТДС с ЛИТЕ-эффектом [30]	AC Vel	$I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.10$ [83]. Обнаружены линии третьего компонента [149]
BB Peg	$I_3/(I_1+I_2) = 0.009$. Визуальный спутник — М-карлик [42]	AO Vel	4-кратная система, состоящая из затменной и спектрально-двойной пары ($P = 4.150$ сут). В ТДС наблюдается вращение линии апсид с $P_U = 54.74$ г. [63]
DI Peg	Звезда № 275	AH Vir	ADS 8472A. Звезда № 406
EE Peg	Звезда № 276. Третий компонент не обнаружен при спекл-интерферометрических наблюдениях [85]	BF Vir	Возможно, МА ($B = 0.801$ Тл) [175]
RT Per	Возможно, МА ($P_m = 43.8$ лет, $B = 0.6906$ Тл) [199]	BH Vir	Возможно, МА [171]
RW Per	Глубина минимумов изменяется [138]	BE Vul	Звезда № 429.
ST Per	Звезда № 281. Возможно, МА ($B = 0.5174$ Тл или 2.204 Тл) [199]	DR Vul	$P_U = 36.3$ лет [224]
DM Per	$I_3/(I_1+I_2+I_3) = 0.0921V$ [73]	ER Vul	Возможно, МА ($B_1 = 19.4$ или $B_2 = 2.01$ Тл) [172]. Самый маломассивный третий компонент в списке (50 масс Юпитера).
		EV Vul	Неправдоподобно большая масса третьего компонента. Черная дыра?

Таблица 2. Частота затменных переменных в кратных звездах и в ОКПЗ

Тип ТДС	ТДС с ЛИТЕ-эффектом		[10]		ОКПЗ		Относительная частота кратных звезд	
	N	%	N	%	N	%	ТДС + ЛИТЕ	[10]
EA	133	56	204	61	1999	73	7	10
EB	33	13	85	25	350	13	9	24
EW	75	31	47	14	387	14	19	12
EA+EB+EW	241	100	336	100	2736	100	9	12

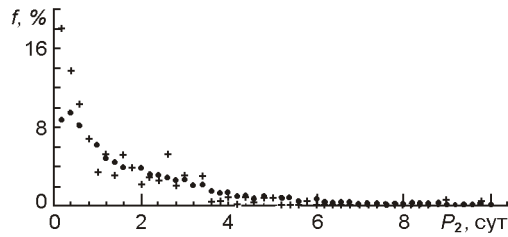


Рис. 1. Распределение орбитальных периодов ТДС с LITE-эффектом (крестики) и затменных переменных в ОКПЗ (точки)

Распространенности остальных типов в двух других группах звезд прямо противоположны друг другу: ТДС с LITE-эффектом типа EW встречаются примерно два раза реже, чем среди типа EW, тогда как среди ТДС в кратных звездах наблюдается обратная картина. В связи с этим можно было бы предположить, что происхождение LITE-эффекта в некоторых системах типа EW обусловлено механизмом Эпплгейта [26], а не наличием третьего компонента. Однако ниже будет приведен независимый наблюдательный факт, подтверждающий реальность повышенной частоты ТДС с LITE-эффектом среди короткопериодических ТДС, какими являются звезды типа W UMa. Общая наблюдаемая частота ТДС в кратных системах, с учетом всех совпадений в трех списках [9, 10], составляет 21 % от числа затменных переменных в ОКПЗ.

Распределения ТДС и ДПО по значениям орбитальных элементов. На рис. 1 построены распределения ТДС по орбитальным периодам из табл. 1 (крестики) и аналогичное распределение затменных переменных из ОКПЗ. Оба распределения практически не отличаются друг от друга, начиная примерно с периодов $P_2 > 2$ сут. На рис. 1 периоды $P_2 > 10$ сут не приводились. Отметим, что при больших периодах распределения практически идентичны. Отсюда следует, что при орбитальных периодах ТДС больше 2 сут, статистически равновероятна встречаемость затменных переменных с LITE-эффектом и без него. Для периодов меньше 0.3 сут наблюдается совсем другая картина: частота ТДС с LITE-эффектом превышает частоту ТДС в ОКПЗ почти в два раза. Отметим, что подобный результат получен при изучении распределения периодов спектрально-двойных звезд, содержащих третьи компоненты, и без них в интервале периодов менее 5 сут [215]. Данный факт также служит аргументом в пользу повышенного содержания ТДС с LITE-эффектом среди звезд типа EW, полученного выше.

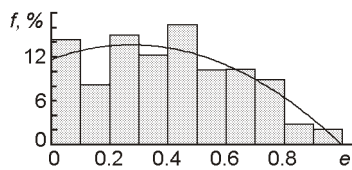


Рис. 2. Распределение долгопериодических орбит по значениям эксцентриситетов и его аппроксимация параболой

Одной из важных характеристик орбиты двойных и кратных систем является ее эксцентриситет, поэтому распределение и зависимость этого параметра от других орбитальных и физических величин изучается в ряде работ [19, 48, 60, 61, 208, 209]. По данным табл. 1 на рис. 2 построено распределение относительного количества f (%) орбит ДПО по значениям эксцентриситетов e и его аппроксимация параболой

$$f = (11.6 - 20)(14.4 - 8.8)e + (26.1 - 8.2)e^2.$$

Уровень значимости полученной аппроксимационной формулы по критерию χ^2 очень высокий ($Q = 84$ %). Функция имеет пологий максимум при $e = 0.28$. Квадратичное распределение эксцентриситета характерно для визуально-двойных звезд [10, 27]. Отметим, что в работе [264] для кратных систем в ближайших окрестностях Солнца получена линейная функция распределения эксцентриситета: $f(e) = 2e$.

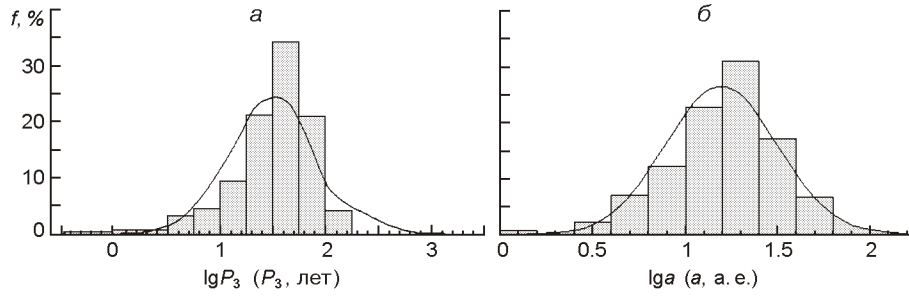


Рис. 3. Распределения ДПО по значениям орбитальных периодов (а) и значениям больших полуосей орбит (б) и их аппроксимации гауссианами

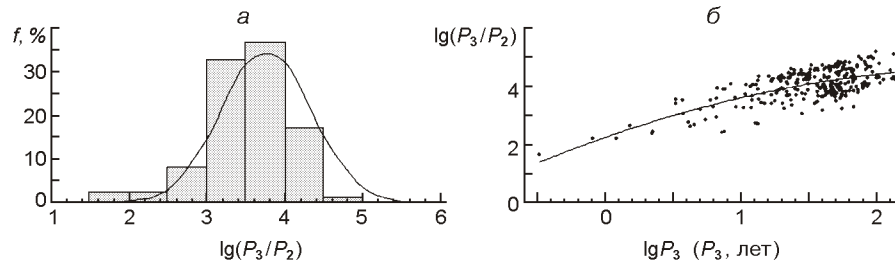


Рис. 4. Распределение ДПО по отношениям периодов ДПО к периодам ТДС (а) и зависимость отношения периодов ДПО к ТДС от величины периода ДПО (б)

Распределение относительного количества ДПО по периодам P_3 и сумме a больших полуосей ТДС и ДПО показаны на рис. 3. Эти распределения аппроксимированы гауссианами с параметрами: $N_0 = 267$, $\langle \lg P_3 \rangle = 1.500$ и $\sigma_{\lg P_3} = 0.401$; $N_0 = 267$, $\langle \lg a \rangle = 1.196$ и $\sigma_{\lg a} = 0.294$. Соответствующие средние значения составляют $P_3 = 32$ г. и $a = 16$ а. е. Применение критерия χ^2 показало, что распределение $\lg P_3$ нельзя считать случайным ($Q = 0\%$), в то время как гауссиана хорошо описывает функцию $f(\lg a)$ с уровнем значимости $Q = 13.6\%$. Отметим, что схожие результаты получены нами в нашей предыдущей работе [10].

Отношение периодов в кратных системах является показателем их динамической устойчивости. Полагают, что при отношении периодов ДПО к ТДС $P_3/P_2 > 10$ система устойчива [123]. На рис. 4, а построена гистограмма распределения отношения периодов ДПО к ТДС. Как видно, ни в одной кратной системе не встречается случай $P_3/P_2 < 10$, а следовательно, все системы устойчивы. Ниже будет применен более строгий критерий устойчивости кратных систем. Полученная гистограмма была аппроксимирована гауссианой с параметрами $N_0 = 266$, $\langle \lg P_3/P_2 \rangle = 4.03$ и $\sigma_{\lg P_3/P_2} = 0.57$. Применение критерия согласия χ^2 показал, что уровень значимости такой аппроксимации нулевой ($Q = 0\%$). Отсюда следует, что отношение двух периодов в кратных системах нельзя считать случайным, следовательно, эти величины взаимосвязаны. В связи с этим мы построили диаграмму $\lg(P_3/P_2) - \lg P_3$ (рис. 4, б), на которой видна слабая квадратичная зависимость величин:

$$\lg(P_3/P_2) = (2.24 \ 0.14) \ (1.63 \ 0.22) \lg P_3 \ (0.27 \ 0.088) \lg^2 P_3.$$

В среднем отношение периодов ДПО к ТДС составляет 10^4 .

Распределение ТДС и третьих компонентов по массам. На рис. 5, а показаны распределения масс ТДС и их третьих компонентов. Мы ограничились рассмотрением масс до $4M_\odot$, так как более массивные системы встречаются намного реже. Если сумма масс компонентов ТДС с ЛІТЕ-эффектом имеет максимум в

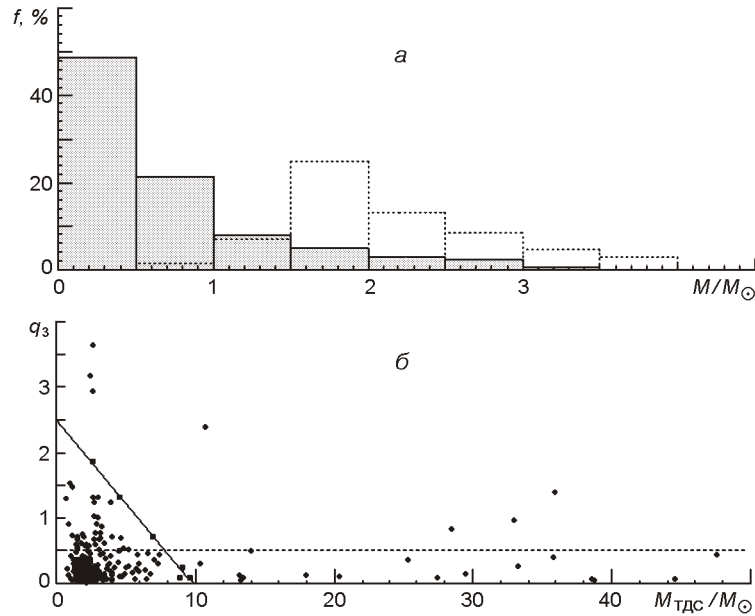


Рис. 5. Распределение третьих компонентов по значениям масс (сплошные линии) и суммарных масс компонентов ТДС с LTE-эффектом (штриховые линии) (а) и зависимость отношения масс третьих компонентов к суммарной массе ДПО от массы ТДС (б)

интервале $(1...1.5)M_{\odot}$ (24 %), то третьи компоненты показывают максимум в области малых значений масс $M_3 \approx 0.5M_{\odot}$ (48 %). Такого распределения масс третьих компонентов следовало ожидать, так как большинство из них практически не вносят заметного вклада в блеск ТДС, не проявляются в спектрах звезд и не разрешаются на оптические пары.

Зависимость отношения масс $q_3 = M_3/M_{12}$ третьих компонентов от суммарной массы ТДС показана на рис. 5, б. Уравнение ограничивающей прямой имеет вид

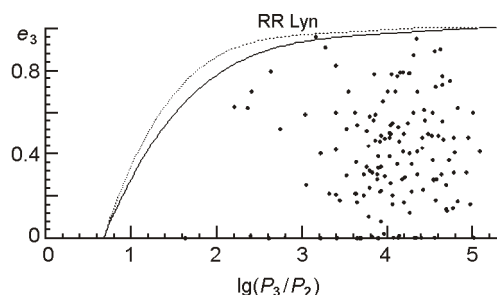
$$q_3 \approx (2.51 - 0.05) (0.255 - 0.06)M_{12}.$$

В нашей предыдущей работе [9] аналогичная прямая имела другие коэффициенты. Вне этой прямой лежат 23 тройные системы, что составляет 9 % от общего числа кратных систем в табл. 1. В 220 случаях $q_3 < 0.5$, т. е. около 85 % звезд имеют далекие компоненты с массами, вдвое меньшими, чем массы ТДС в широком интервале звездных масс. В работе [9] получен такой же результат. Таким образом, причиной «невидимости» третьих звезд могут быть их систематически малые массы относительно их центральных ТДС. По-видимому, в процессе зарождения кратных систем в подавляющем случае более массивный компонент (протоТДС) активно захватывает окружающее вещество, и удаленный компонент образуется с малой массой.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Устойчивость кратных систем. Исследование проблемы стабильности кратных систем показало, что она зависит от отношения массы центральной звезды к массам компонентов и от величины эксцентриситета ДПО [123, 214]. В работе [132] обсуждены результаты некоторых исследований стабильности и распада тройных систем. Один из критериев устойчивости кратных систем для случая, когда направления орбитальных вращений компонентов ТДС и тройных систем совпадают, и

Рис. 6. Диаграмма «эксцентриситет — отношение периодов ДПО к ТДС». Сплошная линия — граница динамической устойчивости при $s = 1.2$ и прерывистая линия — граница динамической устойчивости при $s = 0.9$



плоскости их орбит компланарны, получен в работе [123]. В наших обозначениях этот критерий выглядит так:

$$\frac{a_3}{a_{12}} \approx 2.8[(1 - q_3)(1 - e_3)(1 - e_3)^3]^{2/5},$$

или в более удобном виде [208, 214] —

$$(P_3 / P_2)_{кр}^{2/3} \approx 2.8(1 - q_3)^{1/15}(1 - e_3)^{0.4}(1 - e_3)^s,$$

где $s = 1.2$. На рис. 6 приведена эта теоретическая функция, а также экспериментальная построена e_3 — $\lg(P_3/P_2)$ для ДПО нашего списка. Зависимость величины $(P_3 / P_2)_{кр}^{2/3}$ от отношения q_3 выражена очень слабо, его усредненное значение по данным нашей таблицы составляет $\langle q_3 \rangle = 0.34$. Как видно из рисунка, только одна система RR Lyn попадает в зону нестабильности, и еще две звезды (AH Ser, HS Her) близки к этой зоне. Период ДПО с центральной звездой RR Lyn типа EA составляет 39.7 ± 4.2 года. Эксцентриситет орбиты очень велик $e = 0.96 \pm 0.02$ [16]. В нашем списке ДПО с $e = 0.90$ всего три, и все они находятся вблизи границы критической неустойчивости. В работе [213] предлагается принять показатель степени $s = 0.9$. В таком случае граница неустойчивости сместится выше, и все кратные системы вблизи этой зоны станут более стабильными (штриховая линия на рисунке). Это в свою очередь означает, что плоскости внутренних и внешних орбит упомянутых трех систем значительно наклонены друг к другу. Возможно, такие системы с большими эксцентриситетами орбит образовались в результате захвата ТДС третьих звезд.

Возможность обнаружения третьих компонентов. Одна из важных наблюдательных задач — получить доказательство существования третьих компонентов. К сожалению, у большей части третьих компонентов ТДС слишком низкая светимость. В табл. 1 только для 185 ДПО даны угловые расстояния между ТДС и возможными визуальными компонентами. Возможность разрешения визуально-двойных звезд со слабыми компонентами увеличивается с увеличением углового расстояния r , и при спекл-интерферометрических измерениях этот предел определяется следующим критерием разности звездных величин [215]:

$$V_{кр} \approx 4.5 \lg(r / 0.05'').$$

На рис. 7, а построена диаграмма $V_{кр}$ — $V_{1,2}$, где $V_{кр} = |V| - |M_{V3} - M_{V1,2}|$.

При таком построении диаграммы все звезды, лежащие над нулевой линией, могут быть разрешены при спекл-интерферометрических наблюдениях на крупных телескопах. Звезды, находящиеся под этой линией, относятся к неразрешимым парам. Как видно из рисунка, только у 18 % звезд в визуальной области спектра можно обнаружить спутники, вызывающие ЛТЕ-эффект в ТДС. Для этих звезд значения $V_{кр}$ в табл. 1 отмечены знаком «плюс». Это верхний предел обнаружения оптических компонентов, так как использовались максимальные угловые расстояния между звездами. Большинство спутников являются маломассивными звездами, и они становятся ярче в длинноволновой части спектра. Следует ожидать, что при наблюдениях в красных и ИК-лучах удастся обнаружить большее число спутников, чем в визуальной области спектра. Вызывают интерес случаи, когда третий компонент

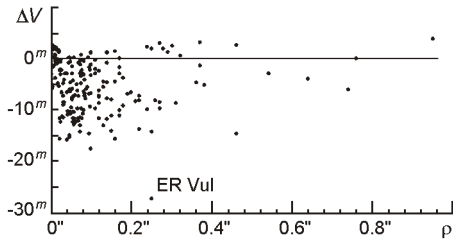


Рис. 7. Диаграмма разности звездных величин дополнительных компонентов и ТДС в зависимости от максимального углового диаметра орбиты ДПО

становится намного ярче ТДС, так что даже затменная система становится «невидимой» (например, Y Cam, SZ Cam, QZ Car, Y Cyg, SW Cyg, EV Vul). Возможно, что некоторые компоненты этих ДПО не являются звездами главной последовательности, или по другим причинам мы неверно нашли их абсолютные величины. Например, компоненты Y Cam и SW Cyg могут быть релятивистскими объектами [133, 213]. Возможно, что в Y Cyg происходит дополнительно апсидальное движение [190], что приводит к большой амплитуде ЛТЕ-эффекта. Спутник QZ Car является спектрально-двойной звездой [129], и его не удалось разрешить на пару при интерферометрических наблюдениях [124]. Из этих звезд наиболее интересным является SZ Cam, которая расположена в центре молодого рассеянного звездного скопления NGC 1502, но, возможно, не принадлежит скоплению [3, 64, 65]. Звезда разрешена на пару, и получены элементы визуальной двойной системы. Предполагается, что массивный третий компонент является тесной двойной системой [65].

С точки зрения астрометрии, мы должны заметить, что на направление собственного движения ТДС должно накладываться колебания положения звезды в обе стороны, обусловленные отклонением звезды из-за движения вокруг общего центра масс ДПО. Эта задача аналогична проблеме поиска темных спутников вокруг ближайших звезд по собственным движениям [2]. Максимальная амплитуда колебания ТДС вокруг ее вектора собственного движения составит

$$\frac{2a}{(1 - q_3)r},$$

где значения большой полуоси a , отношения q_3 масс компонентов ДПО и расстояние r можно найти в табл. 1. Нам удалось вычислить значения для 198 ДПО. Полученное распределение ДПО по (рис. 8, а) можно аппроксимировать полиномом четвертой степени ($Q = 99.8\%$):

$$f(\%) = (0.279 - 18.911 \lg + 67.391 \lg^2 - 163.811 \lg^3 + 80.481 \lg^4).$$

Около 97.5% звезд из 198 ДПО могут показать смещения более 0.01, что вполне можно измерить современными методами. При длительных рядах наблюдений ДПО вполне можно вычислить долгопериодические орбитальные элементы ТДС как компонента кратной звезды.

Есть еще одна простая возможность обнаружить невидимый третий компонент в ТДС по результатам анализа кривых блеска. Известно, что у некоторых ТДС при вычислении элементов фотометрической орбиты явно заметен вклад третьего света в общий блеск [128]. Разработанные методы анализа кривых блеска ТДС очень четко могут выделить этот дополнительный свет. Мы также рассмотрели возможность обнаружения третьего источника света, предполагая, что он связан с искомым третьим компонентом. Нам удалось вычислить $\lg l_3$ в 237 случаях из общего числа всех систем в табл. 1. На рис. 8, б показана гистограмма распределения ТДС по блеску $\lg l_3$, выраженная в единицах блеска ТДС, т. е. $l_3/(l_1 + l_2)$. Распределение $\lg l_3$ хорошо описывается параболой

$$f(\%) = (8.33 - 0.45) + (4.64 - 0.26) \lg l_3 + (0.766 - 0.40) \lg^2 l_3,$$

и по критерию χ^2 получаем $Q = 80\%$. Большая часть этих звезд (62%) попадает в область $l_3 < 0.001$, т. е. практически третьи компоненты не будут обнаружены при анализе кривых блеска этих ТДС. У оставшейся части ТДС возможно обнаружить

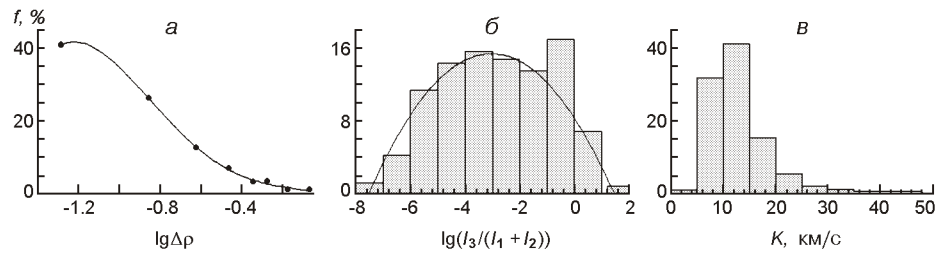


Рис. 8. Распределения ТДС по значениям амплитуды колебания положения ТДС относительно вектора собственного движения (а), по значениям блеска третьего компонента (б) и по значениям полуамплитуды лучевых скоростей центра масс ТДС (в)

третий свет при высокоточных измерениях. Для уверенности мы ограничились пределом фотометрического обнаружения $l_3 = 0.01$, и в табл. 1 знаком «плюс» отмечены значения V , которые отвечают этому условию. В табл. 3 приведен список ТДС с уже обнаруженным третьим светом по разным данным. По значениям l_3 были вычислены V и массы третьих компонентов. Для сравнения даны разности блеска третьих компонентов и ТДС, а также массы $M_{3, \text{LITE}}$ из табл. 1. Системы AD Cnc и AH Ser относятся к 4-кратным звездам, а обнаруженный третий свет в X Tri скорее всего связан с видимым компонентом. В табл. 3 отмечены знаком «+» те звезды, для которых данные по массе в пределах ошибки их оценок согласуются между собой, и в девяти случаях можно утверждать, что обнаруженный дополнительный свет связан с невидимым третьим компонентом в этих ТДС. Ошибку оценки массы по абсолютной звездной величине звезды можно найти по зависимости масса —

Таблица 3. Массы третьих компонентов ТДС, полученные из l_3 и LITE-эффекта

ТДС	V	V_{LITE}	M_3	$M_{3, \text{LITE}}$	$j_{\text{вод}}$
TT Aur	9.0:	7.1	0.80:	1.11 +	
CL Aur	4.6	5.2	0.91	0.80 +	60
IM Aur	<2.3	1.7	1.68<	1.76 +	
IU Aur	1.5	0.7	10.00	14.5 +	
AD Cnc*	2.7	-0.4			
RR Cen	5.4	11.3	0.69	0.24	20
AH Ser**	3.3	2.7			
V463 Cyg	0.6	11.4	2.78	0.36	7
UX Eri	5.6:	8.0	0.62:	0.38 +	37
RW Lac	4.3	8.3	0.74	0.41 +	34
XX Leo	2.6	3.4	1.01	0.91 +	64
VZ Lib	3.3	0.6	0.61	1.13	
PY Lyr	1.5	2.1	0.94	0.48	30
BB Peg	5.1	11.3	0.62	0.17	16
DM Per	2.5	2.4	2.42	3.12 +	
AS Ser	4.9	9.5	0.66	0.28	25
GW Tau	6.5	2.1	0.69	1.38	
X Tri***	4.3	10.4	0.81	0.32	
AW UMa	5.6	14.9	0.66	0.11	9
AC Vul	2.4	2.3	5.69	6.9 +	

* система состоит из четырех звезд

** система состоит из четырех звезд

*** l_3 скорее всего связан с видимым компонентом на расстоянии 13.3 и $V = 4.8$

светимость. Возьмем эту зависимость из работы [66] и получим

$$M_3 = 0.242 M_{3,bol} M_3,$$

где $M_{3,bol}$ — погрешность абсолютной звездной величины звезды. По виду диаграммы Герцшпрунга — Рассела можно принять эту ошибку равной $\pm 0.5^m$. Очевидно, что при сравнении значений масс третьего компонента общая ошибка оценок массы по разным исходным данным будет равна $\sqrt{2} M_3$. Не следует забывать, что массы третьих компонентов в ТДС с ЛІТЕ-эффектом получены в предположении компланарности плоскостей орбит ТДС и ДПО, т. е. в табл. 1 даны практически минимальные массы этих компонентов. Путем подбора подходящего значения угла наклона ДПО можно добиться полного совпадения масс в табл. 3. Соответствующие значения $j_{\text{под}}$ приведены в последней графе данной таблицы.

Для полноты анализа следует упомянуть спектральные наблюдения ТДС. При наблюдениях с высоким разрешением иногда удается найти спектральные линии третьего компонента [79, 128]. В примечании к табл. 1 указаны шесть ТДС, в спектрах которых обнаружены линии третьей звезды. Однако не совсем ясно, являются ли эти звезды искомыми третьими компонентами или линии принадлежат другим, более далеким компонентам, и возможно, даже оптическим компонентам. В тех случаях, когда в спектре не видны линии третьих компонентов, их наличие в системе можно заметить по систематическим смещениям центра тяжести ТДС. Формула для вычисления полуамплитуды смещения K [127] в наших обозначениях запишется так:

$$K = \frac{2 a \sin j}{P_3 (1 - q_3) \sqrt{1 - e_3}}.$$

Необходимые данные для использования этой формулы есть для 265 ДПО, и вычисленные значения K приведены в табл. 1. Лучшие измерения лучевых скоростей имеют ошибку $\sigma = 1$ км/с [215]. Все найденные значения K превышают эту погрешность более чем в три раза, т. е. практически во всех ТДС обнаруживаются периодические смещения центра с периодом ДПО. На рис. 8, в показана гистограмма распределения полуамплитуд K , где видно, что основная часть звезд (88 %) находится в интервале скоростей 5—15 км/с. Здесь важно, чтобы наблюдательный материал охватил достаточно большой промежуток времени, так как величина P_3 во многих случаях достигает десятки лет.

Несомненно, представляет огромный интерес и возможность поиска невидимых спутников вокруг ТДС с помощью крупнейших телескопов и специализированных телескопов, используемых для поиска планет и коричневых карликов вокруг звезд [86, 216, 220, 233].

В некоторых случаях наблюдается изменение глубины минимумов или полное исчезновение затмений в ранее известных затменных переменных [8, 128]. Эти явления можно однозначно объяснить только прецессией плоскости орбиты ТДС в поле гравитации более удаленных компонентов.

В настоящей работе мы исходили из того, что природа ЛІТЕ-эффекта связана с вращением ТДС вокруг общего центра масс кратной системы. Как показывают оценки разности блеска V и угловых расстояний между 185 ТДС и их возможными третьими компонентами, визуальные спутники можно обнаружить интерферометрическими наблюдениями менее чем у 18 % звезд. Не исключая возможности обнаружения дополнительных компонентов в ТДС спектральными и астрометрическими методами, которые требуют длительных и высокоточных измерений, мы считаем, что наиболее перспективным направлением поиска третьих компонентов является анализ высокоточных кривых блеска ТДС и выявление вклада дополнительного света. Данные табл. 3 подтверждают такой прогноз. Однако при этом не следует забывать, что во многих ТДС происходят нестационарные процессы, связанные с потоком вещества, образованием околзвездных структур, наличием как горячих, так и холодных пятен. Все эти явления могут свести на нет возможность фотометрического поиска третьего света, особенно если его вклад в общий блеск незначителен.

С этой точки зрения следует провести целевой поиск третьего света в ТДС с ЛІТЕ-эффектом, где эти явления выражены слабо или вообще отсутствуют. По-видимому, большинство систем типа ЕА в табл. 1 вполне подходят для данной цели.

Альтернативные механизмы объяснения ЛІТЕ-эффекта в ТДС. 1. Перенос масс вещества в системе. Известно, что простой перенос вещества от одного компонента к другому может привести либо к вековому увеличению, либо к уменьшению орбитального периода. В таком случае в эфемеридах минимумов появляется квадратичный член. В некоторых случаях из-за недостатка наблюдательных данных вид кривой $O - C$ трудно определить: его можно принять либо за часть параболы, либо за часть синусоиды. В 1987 г. П. Бирман и Д. Холл [28] высказали идею, что внезапный выброс материи приводит к быстрому уменьшению периода, который из-за влияния приливных сил медленно увеличивается. Однако несостоятельность этого предположения была показана на примере изменения периода U Cep [137].

2. Магнитная активность компонентов ТДС. Наиболее серьезную конкуренцию гипотезе третьего тела в интерпретации ЛІТЕ-эффекта составляет механизм магнитной активности спутника ТДС, высказанный Д. Холлом [72]. Было показано, что циклические изменения имеют место в ТДС, спутники которых являются звездами спектрального класса позже $F5$, т. е. у звезд с развитыми внешними конвективными зонами. В основу этого механизма положено явление, вызванное влиянием дифференциального осевого вращения спутника на его внешнюю конвективную оболочку, что приводит к возникновению мощного магнитного поля. Данная идея была теоретически разработана в [26] и получила дальнейшее развитие в работах ряда исследователей [107, 108]. Магнитное поле деформирует поверхность активной звезды, и она отклоняется от формы гидростатического равновесия. Деформация звезды приводит к изменению ее гравитационного квадрупольного момента, который в свою очередь влияет на орбитальный момент. Необходимая энергия, поддерживающая дифференциальное вращение спутника, черпается из энергии его излучения. В результате этого процесса при изменении орбитального периода синхронно должно происходить и изменение блеска. При минимуме кривой $O - C$, когда период увеличивается, звезда должна становиться более яркой. Теория предсказывает еще одно явление — с увеличением блеска показатель цвета должен смещаться в голубую область. Приведем наиболее важные формулы, описывающие данный механизм, приводящий к изменению орбитального периода ТДС. Активный компонент с массой M и большой полуосью орбиты a будет испытывать изменение периода P за один орбитальный период P из-за изменение его гравитационного квадрупольного момента Q :

$$\frac{\Delta P}{P} = 9 \frac{Q}{Ma^2}.$$

Это изменение периода приводит к появлению ЛІТЕ-эффекта с полуамплитудой A и периодом модуляции P_{mod} :

$$\frac{\Delta P}{P} = 4 \frac{A}{P_{mod}}.$$

Теория также предсказывает изменение светимости звезды, которое можно записать в виде [212]

$$m = 2.5 \lg 182 \frac{M^3}{R^6} \frac{6000a^4}{5RT} \frac{P^2}{5} \frac{20}{P_{mod}},$$

где R и T — радиус и температура активной звезды. Здесь радиус звезды и большая полуось орбиты даны в солнечных единицах, изменение периода P — в секундах времени за период ТДС, а значение периода модуляции P_{mod} — в годах.

Оценку величины максимальной индукции подфотосферного магнитного поля B , которое вызывает изменение квадрупольного момента, можно найти по формуле

$$B^2 = \frac{GM^2}{6R^4} \frac{a^2}{R} \frac{P}{P},$$

где G — гравитационная постоянная. Оценки величины B составляют несколько единиц тесла, и в редких случаях превышают 10 Тл (см. примечание к табл. 1). Если оба компонента являются звездами поздних спектральных классов, они могут быть одновременно активными, и их можно рассматривать как два диполя. Тогда величина общей магнитной индукции B выражается формулой [248]

$$B = 1.5 \cdot 10^4 a \frac{M_1 M_2}{R_1^3 R_2^3} \frac{P}{P}.$$

Здесь M_1, M_2, R_1, R_2 и a — массы, радиусы компонентов и большая полуось орбиты выражены в солнечных единицах.

В качестве примера систем, в которых природа ЛІТЕ-эффекта объясняется магнитной активностью звезд и наблюдаются все проявления этого механизма, укажем на короткопериодические ТДС СК Воо [154], CG Cyg и V471 Tau [257]. Заметим, что V471 Tau рассматривается также как наиболее подходящий кандидат в тройные звезды, содержащий маломассивный третий компонент, который может быть коричневым карликом или даже гигантской планетой [191]. В работах, где предметом исследования является ЛІТЕ-эффект, очень часто рассматриваются две гипотезы: третье тело и магнитная активность, если только один или оба компонента ТДС являются звездами поздних спектральных классов. Иногда, при обнаружении нескольких периодов ЛІТЕ-эффекта, появление одних периодов связывают с наличием дополнительного компонента, а появление других — с магнитной активностью компонентов (см. примечание к табл. 1).

Таким образом, природу ЛІТЕ-эффекта можно понять, если есть достаточно полная наблюдательная информация. Гипотезу магнитного поля можно исключить, если ни один из компонентов не является звездой позднего спектрального класса, т. е. звездой без заметной конвективной подфотосферной зоной. В табл. 1 оба компонента 44 ТДС имеют спектральный класс ранее $F5$, что составляет 18 % от общего числа ДПО. (Спектр $F5$ указана как граница, позже которой у звезд развивается подфотосферная конвективная зона [72]). Известно, что солнечная активность нарастает быстрее и затухает медленнее. При среднем периоде цикла 11.2 г. время нарастания числа пятен до максимума занимает 4.5 г., а спада до минимума — 6.7 г. Такой характер цикличности в случае активности компонентов ТДС должен привести к появлению асимметрии световой кривой. Если представить такую световую кривую как результат отражения движения третьего тела по эллиптической орбите, то максимальное значение эксцентриситета будет равно

$$e_{\max} = \frac{1}{2} \frac{n}{1+n},$$

где n — отношение времени подъема активности к максимуму к времени спада до минимума. В нашем случае $n = 4.5/6.7$ и $e_{\max} = 0.31$, что практически совпадает с максимумом распределения эксцентриситетов на рис. 2. Если развитие активности компонентов ТДС во времени аналогично солнечному, то световые кривые с малыми эксцентриситетами также могут указывать на наличие третьего компонента.

Как видно из рис. 2, распределение ДПО по эксцентриситетам описывается параболическим законом, как и для орбитальных визуально-двойных систем. Этот результат также может быть аргументом в пользу гипотезы третьего тела. Мы предполагаем, что при больших ($e > 0.5$), а также малых ($e < 0.1$) эксцентриситетах ЛІТЕ-эффект вызваны наличием третьего тела в ТДС. Теория механизма Эпплгейта обходит стороной развитие во времени магнитного поля, т. е. не объясняет формы световых кривых. В дискуссии по докладу Р. Завала [257], который является сторонником гипотезы магнитного поля, были сделаны критические замечания. В частности, обнаруженные вековые изменения блеска некоторых ТДС вызывают сомне-

ния, так как на протяжении длительного времени трудно ожидать однородности фотометрического материала. Второе замечание коснулось вопроса о строгой периодичности магнитной активности звезд, так как на Солнце эти явления носят только циклический характер в интервале 7—17 лет и наблюдается большой 80-летний цикл активности. Было бы крайне интересно провести исследования вариаций периодов ТДС на длительном интервале времени и поиск большого периода, подобно солнечной активности.

В ОКПЗ последней версии содержится 387 переменных типа W UMa. У этих ТДС оба или один из компонентов является звездой с развитой конвективной зоной. Если принять, что LITE-эффект обусловлен только магнитной активностью звезд, то практически все они должны показывать этот эффект. Однако их частота составляет всего 16 % от общего числа систем (табл. 2). Конечно, не все указанные переменные активно наблюдаются. Однако можно привести достаточно большое количество звезд этого типа, которые активно изучаются, и тем не менее LITE-эффект у них не обнаружен. В качестве примера можно привести и сам прототип W UMa, состоящий из звезд одинакового спектрального класса F8V. Единственным слабым аргументом для объяснения этого противоречия может служить звездный вариант «маундеровских минимумов», природа которых совершенно непонятна.

Настоящее время хорошо установлено, что кратные системы широко распространены среди звездного населения в окрестностях Солнца, затменных переменных и в областях звездообразования [41, 50, 51, 125, 150]. С этой точки зрения широкое распространение кратных звезд можно привести в качестве дополнительного аргумента в пользу интерпретации LITE-эффекта в ТДС как проявление наличия удаленных компонентов.

Мы не пытаемся отрицать полностью роль механизма Эпплгейта в объяснении LITE-эффекта. В то же время мы не согласны с решительным отказом от гипотезы третьего тела. Уверены, что оба механизма появления LITE-эффекта имеют место, необходимо только научиться определять их в каждом конкретном случае. Накопление необходимых данных позволило бы провести статистические исследования и оценить число ТДС с LITE-эффектом в рамках каждой гипотезы.

В ряде работ [52, 76, 163] подчеркнута важнейшая роль третьих компонентов в образовании ТДС. Согласно этой идее в первоначально образованной кратной системе, состоящей из внутренней пары и внешнего компонента, в результате взаимодействия далекий спутник уносит орбитальный момент двойной звезды, расстояния между компонентами в парах уменьшаются, они превращаются в ТДС, и даже в очень короткопериодические системы, как W UMa.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получен список затменных переменных 240 ТДС с LITE-эффектом. На основе этого списка выполнены статистические исследования параметров кратных звезд в предположении, что LITE-эффект обусловлен вращением ТДС вокруг центра масс тройной системы. Отмечена повышенная относительная встречаемость ТДС с LITE-эффектом среди короткопериодических затменных переменных. В предположении, что плоскости орбит ТДС и ДПО компланарны, вычислены массы далеких компонентов и большие полуоси орбит. Показано, что отношение масс далеких компонентов к массе центральной ТДС не превышает 0.5 для 85 % звезд. Распределение ДПО по большим полуосям орбит и периодам имеют максимумы около 16 а. е. и 32 г. соответственно. Распределение отношения периодов ДПО к ТДС нельзя описать функцией Гаусса. Наблюдается функциональная связь между этими значениями и периодом ДПО. Практически все кратные системы относятся к устойчивым образованиям. Только одна система RR Lyn с ТДС попадает в зону динамической неустойчивости, и еще две звезды с большими значениями эксцентриситетов ($e \approx 0.90$) находятся вблизи этой границы. Приблизительно у 18 % ТДС с LITE-эффектом могут быть обнаружены слабые третьи компоненты при спекл-интерферометри-

ческих измерениях на больших телескопах, а у 38 % ТДС они могут быть выявлены по дополнительному свету при анализе высокоточных кривых блеска. Значительно большую возможность обнаружения третьих компонентов в ТДС дают спектральные и астрометрические методы. Приведены некоторые соображения в пользу существования третьих компонентов в ТДС с ЛІТЕ-эффектом и отмечены трудности механизма Эпплгейта в интерпретации световых кривых.

Автор благодарен О. В. Бурцевой и А. В. Серебрянскому за неоценимую информационную помощь.

При выполнении данной работы были использованы информационные банки астрономических данных ADS (NASA, США) и SIMBAD в Страсбурге (Франция).

1. Бэттен А. Двойные и кратные звезды. — М.: Мир, 1976.—323 с.
2. Дейч А. Н. Двойные звезды // Курс астрофизики и звездной астрономии / Под ред. А. А. Михайлова. — М.: Физматгиз, 1962.—С. 60—86.
3. Горда С. Ю. Новая спектрофотометрия SZ Сам (Проблема третьего тела) // Письма в Астрон. журн.—2008.—34, № 5.—С. 351—361.
4. Закиров М. М. Поиск затменных переменных и ориентация плоскостей орбит спектрально-двойных звезд в рассеянном скоплении IC 4665 // Кинематика и физика небес. тел.—1987.—3, № 1.—С. 25—29.
5. Закиров М. М. Компланарность орбит двойных систем в рассеянных скоплениях // Звездные скопления / Под ред. К. А. Бархатовой. — Свердловск: Уральский госун-т, 1987.—С. 53—57.
6. Закиров М. М. Тесные двойные системы в областях звездообразования. FF Ori, FH Ori, FK Ori и FR Ori ассоциации Ori 1 // Письма в Астрон. журн.—1996.—22, № 9.—С. 664—695.
7. Закиров М. М. Тесные двойные системы в областях звездообразования. KV Cyg, V435 Cyg и V669 Cyg в ассоциации Cyg OB1 // Письма в Астрон. журн.—1999.—25, № 4.—С. 276—290.
8. Закиров М. М. Тесные двойные системы в областях OB-ассоциаций. II. AT Лисички в Vul OB1 и EV Лисички в Vul OB4 // Кинематика и физика небес. тел.—2004.—20, № 6.—С. 525—539.
9. Закиров М. М. Тесные двойные системы в кратных звездах. I. Затменные переменные в орбитальных визуально-двойных системах // Кинематика и физика небес. тел.—2008.—24, № 1.—С. 35—49.
10. Закиров М. М. Тесные двойные системы в кратных звездах. II. Затменные переменные в визуально-двойных и кратных системах // Кинематика и физика небес. тел.—2009.—25, № 3.—С. 163—198.
11. Курочкин Н. Нестационарные явления у затменных звезд // Астрон. циркуляр.—1979.—№ 1065.—С. 3—6.
12. Свечников М. А. Каталог орбитальных элементов и светимостей тесных двойных звезд. — Иркутск: Иркутский ун-т, 1986.—225 с.—(Svechnikov M. A., Bessonova L. A. Catalog of orbital elements, masses and luminosities of close double stars — ftp://cdsarc. u-strasbg. fr/pub/cats/V/42).
13. Свечников М. А. Исследование эффектов взаимодействия в тесных двойных системах с нерелятивистскими компонентами. — Таллинн: Валгус, 1990.—С. 25—89.
14. Свечников М. А., Кузнецова Э. Ф. Каталог приближенных фотометрических абсолютных элементов затменных переменных звезд. — Свердловск: Уральский госун-т, 1990.—Т. 1.—224 с.—(Svechnikov M. A., Kuznetsova Eh. F. Approximate elements of eclipsing binaries / VizieR on-line data catalog: V/124 (2004yCat5124. 0S).
15. Свечников М. А., Кузнецова Э. Ф. Каталог приближенных фотометрических абсолютных элементов затменных переменных звезд. — Свердловск: Уральский госун-т, 1990.—Т. 2.—230 с. (Svechnikov M. A., Kuznetsova Eh. F. Approximate elements of eclipsing binaries / VizieR on-line data catalog: V/124 (2004yCat5124. 0S).
16. Халиуллин Х. Ф., Халиуллина А. И. Третье тело в затменной системе RR Lyn // Астрон. журн.—2002.—79, № 2.—С. 1—8.
17. Abhyankar K. D., Bhatia R. K., Rao P. D. On the stability of the hypothetical system of TW Draconis // Bull. Astron. Soc. India.—1984.—13, N 3.—P. 275—286.
18. Abhyankar K. D., Panchatsaram T. Light time effect in TW Draconis // Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.—1984.—211, N 1.—P. 75—82.
19. Abt H. Observed orbital eccentricities // Proc. IAU Symp.—2007.—240.—P. 414—416.
20. Albayrak B. A period study of the close binary V 508 Ophiuchi // Pubs Astron. Soc. Austral.—2005.—22, N 4.—P. 311—314.
21. Albayrak B., Ozeren F. F., Ekmekci F., Demircan O. Period variation of six RS CVn-type binaries with possible light-time effect // Rev. Mexican. Astron. and Astrophys.—1999.—35.—P. 3—12.
22. Albayrak B., Selam S. O., Ak T., et al. Light-time effect in the eclipsing binary system AM Leonis // Astron. Nachr.—2005.—326, N 2.—P. 122—126.
23. Albayrak B., Selam S. O., Yuce K., et al. Monitoring possible light-time effect in the orbital period of some eclipsing binaries at the Ankara University Observatory // Astrophys. and Space Sci.—2006.—304, N 1-4.—P. 131—133.
24. Alencar S. H. P., Vaz L. P. R., Helt B. E. Absolute dimensions of eclipsing binaries XXI. V906 Scorpii: a triple

- system member of M7 // *Astron. and Astrophys.*—1997.—**326**, N 2.—P. 709—721.
25. *Angione R. J.* Period changes in the Algol system XX Cephei // *ASP Conf. Ser.*—2005.—**335**.—P. 235—243.
26. *Applegate J. H.* A mechanism for orbital period modulation in close binaries // *Astrophys. J.*—1992.—**385**, N 1.—P. 621—629.
27. *Baize M. P.* Second catalogue d'orbites d'etoiles double visuelles // *J. des Observateurs.*—1950.—**33**, N 1-2.—P. 1—31.
28. *Biermann P., Hall D. S.* A model to explain alternate period changes in Algol-like binaries // *Astron. and Astrophys.*—1973.—**27**, N 2.—P. 249—254.
29. *Borkovits T., Cizmádia Sz., Hegedus T., et al.* Complex period variations in the binary system IM Aurigae // *Astron. and Astrophys.*—2002.—**392**, N 3.—P. 895—907.
30. *Borkovits T., Hegedus T.* On the invisible components of some eclipsing binaries // *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*—1996.—**120**, N 1.—P. 63—75.
31. *Bozkurt Z., Değirmenci Ö. L.* O—C analysis of triple systems showing apsidal motion // *ASP Conf. Ser.*—2005.—**335**.—P. 277—285.
32. *Budding E., Bakis V. A., Erdem A., et al.* Multi-facility study of the Algol-type binary *Librae* // *Astrophys. and Space Sci.*—2005.—**296**, N 1-4.—P. 371—389.
33. *Budding E., Erdem A., Çiçek C.* Catalogue of Algol type binary stars // *Astron. and Astrophys.*—2004.—**417**, N 1.—P. 263—268.
34. *Bulut I., Demircan O.* A new catalogue binary stars with eccentric orbits // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2007.—**378**, N 1.—P. 179—181.
35. *Buren van D.* Comment on the three-body theory for period changes in RS CVn systems // *Astron. J.*—1986.—**92**, N 1.—P. 136—139.
36. *Cakirli O., Ibanoglu C., Djurasevic G., et al.* Long-term photometric behaviour of the RS CVn binary RT Lacertae // *Astron. and Astrophys.*—2003.—**405**, N 2.—P. 733—745.
37. *Cakirli O., Ibanoglu C., Frasca A.* A spectroscopic study of the close eclipsing binary HS Herculis // *Astron. and Astrophys.*—2007.—**474**, N 2.—P. 579—584.
38. *Catalano F. A., Catalano S., Rodono M.* Light curve and orbital elements of V337 Aquilae // *Astrophys. and Space Sci.*—1971.—**11**, N 2.—P. 232—243.
39. *Chochol D., Pribulla T., Teodorani M., et al.* The RS CVn binary XY UMa as a member of a triple system // *Astron. and Astrophys.*—1998.—**340**, N 2.—P. 415—418.
40. *Chochol D., Pribulla T., Vaňko M., et al.* Light-time effect in the eclipsing binaries GO Cyg, GW Cep, AR Aur and V505 Sgr // *Astrophys. and Space Sci.*—2006.—**304**, N 1-4.—P. 93—96.
41. *Correia S., Zinnecker H., Ratzka Th., Sterzik M. F.* High-order multiplicity of PMS stars: Results from a VLT/NACO survey // *Multiple stars across the H-R diagram: Proc. ESO workshop / Eds S. Hubrig, M. Petr-Gotzens, A. Tokovinin.* — Garching, 2008.—P. 233—238.
42. *D'Angelo C., van Kerkwijk M. H., Rucinski S. M.* Contact binaries with additional components. II. A spectroscopic search for faint tertiaries // *Astron. J.*—2006.—**132**, N 2.—P. 650—662.
43. *Demircan O.* Period changes as a tool to study unseen components around eclipsing binaries // *NATO Sci. Ser. C. Mathematical and Phys. sci.*—2000.—**544**.—P. 615—622.—(Variable stars as essential astrophysical tools / Ed. by C. Ibanoglu).
44. *Demircan O., Akalin A., Selam S., Derman E.* The light curve and period variation of BX Andromedae // *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*—1993.—**98**, N 3.—P. 583—588.
45. *Demircan O., Akalin A., Selam S., et al.* A period study of XZ Andromedae // *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*—1995.—**114**, N 1.—P. 167—170.
46. *Demircan O., Derman E., MUYESSEROGLU Z.* A period study of AW UMa // *Astron. and Astrophys.*—1992.—**263**, N 1-2.—P. 165—171.
47. *Demircan O., Selam S.* A period study of SS Arietis and its implications for the multiplicity of the system // *Astron. and Astrophys.*—1993.—**267**, N 1.—P. 107—110.
48. *Dommanget J.* The mass/eccentricity limit in double star astronomy // *J. Astrophys. and Astron.*—2003.—**24**, N 3-4.—P. 99—109.
49. *Drechsel H., Haas S., Lorenz R., Mayer P.* New photometric and spectroscopic results for IU Aurigae — an early-type eclipsing binary in a multiple system // *Astron. and Astrophys.*—1994.—**284**, N 3.—P. 853—864.
50. *Duchene G., Bouvier J.* The observed multiplicity of low-mass stars: From embedded protostars to open clusters // *Multiple stars across the H-R diagram: Proc. ESO workshop / Eds S. Hubrig, M. Petr-Gotzens, A. Tokovinin.* — Garching, 2008.—P. 219—230.
51. *Duquenois A., Mayor M.* Multiplicity among solar-type stars in the solar neighbourhood. II. Distribution of the orbital elements in an unbiased sample // *Astron. and Astrophys.*—1991.—**248**, N 2.—P. 485—524.
52. *Eggleton P. P., Kisseleva-Eggleton L.* The formation of contact and very close binaries // *Proc. IAU Symp.*—2007.—**246**.—P. 267—268.
53. *Elmasl A., Aksu O., Kara A., et al.* The light-time effect in UV Leonis // *ASP Conf. Ser.*—2005.—**335**.—P. 287—291.
54. *Erdem A., Demircan O., Güre M.* The light and period changes of RT Andromedae // *Astron. and Astrophys.*—2001.—**379**, N 3.—P. 878—883.
55. *Erdem A., Doğru S. S., Bakış V., Demircan O.* Orbital period variations of four Algol-type eclipsing binaries: SW Cyg, UU Leo, XX Cep and BO Vul // *Astron. Nachr.*—2007.—**328**, N 6.—P. 543—550.

56. Erdem A., Öskardeş B. BV photometry of the contact binary star V829 Herculis // Inform. Bull. Var. Stars.—2004.—N 5496.—P. 1—4.
57. Fekel F. C., Henry G. W., Barlow D. J., Pourbaix D. HD 131861, a double-line spectroscopic triple system // Astron. J.—2006.—**132**, N 5.—P. 1910—1917.
58. Flower P. J. Transformations from theoretical Hertzsprung — Russell diagrams to color — magnitude diagrams: effective temperatures, B — V colors, and bolometric corrections // Astrophys. J.—1996.—**469**, N 1.—P. 355—365.
59. Frieboes-Conde H., Herczeg T. Period variations of fourteen eclipsing binaries with possible light-time effect // Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.—1973.—**12**, N 1.—P. 1—78.
60. Georgakarakos N. Eccentricity generation in hierarchical triple systems with coplanar and initially circular orbits // Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.—2002.—**337**, N 2.—P. 559—566.
61. Georgakarakos N. Eccentricity generation in hierarchical triple systems with non-coplanar and initially circular orbits // Celest. Mech. and Dynam. Astron.—2004.—**89**, N 1.—P. 63—82.
62. Gettel S. J., Geske M. T., McKay T. A. A catalog of 1022 bright contact binary stars // Astron. J.—2006.—**131**, N 1.—P. 621—632.
63. González J. F., Hubrig S., Nesvacil N., North P. AO Velorum: a young quadruple system with a ZAMS eclipsing BpSi primary // Astron. and Astrophys.—2006.—**449**, N 1.—P. 327—334.
64. Gorda S. Yu., Balega Yu. Yu., Pluzhnik E. A., Shkhagosheva Z. U. Parameters of the apparent relative orbit of the third body in the SZ Cam system // Astrophys. Bull.—2007.—**62**, N 4.—P. 352—359.
65. Gorda S. Yu., Balega Yu. Yu., Pluzhnik E. A., Shkhagosheva Z. U. Visual orbit of the third body on the eclipsing binary SZ Cam // Astron. and Astrophys. Trans.—2007.—**26**, N 1.—P. 145—146.
66. Gorda S. Yu., Svechnikov M. A. Empirical L — M, R — M, and M — Teff relations for main-sequence stars: Components of close binary systems and low-mass stars // Astron. Reports.—1999.—**43**, N 8.—P. 521—525.
67. Guenther E. W., Covino E., Alcalá J. M., et al. BS Indi: An enigmatic object in the Tucana association // Astron. and Astrophys.—2005.—**433**, N 2.—P. 629—634.
68. Gürol B. Long term photometric and period study of AU Serpentis // New Astron.—2005.—**10**, N 8.—P. 653—675.
69. Gürol B., Müyesseroğlu Z. First light curve and period study of LO Andromedae // Astron. Nachr.—2005.—**326**, N 1.—P. 43—51.
70. Gürol B., Müyesseroğlu Z., Özdemir T. Light curve and period study of V Trianguli // Astron. Nachr.—2006.—**327**, N 7.—P. 698—704.
71. Hall D. S. Period changes and mass loss rates in 34 RS CVn binaries // Acta Astron.—1980.—**30**, N 3.—P. 387—451.
72. Hall D. S. The relation between RS CVn and Algol // Space Sci. Rev.—1989.—**50**, N 1/2.—P. 219—233.
73. Hamme W. van, Wilson R. E. Third-body parameters from whole light and velocity curves // Astrophys. J.—2007.—**661**, N 2.—P. 1129—1151.
74. He J.-J., Qian S.-B. An orbital period investigation of the W UMa-type binary Y Sextantis // Publ. Astron. Soc. Jap.—2007.—**59**, N 6.—P. 1115—1119.
75. He J.-J., Qian S.-B. A photometric study of the W UMa-type contact binary RZ Com // Chin. J. Astron. and Astrophys.—2008.—**8**, N 4.—P. 465—471.
76. Hendry P. D., Mochnacki S. W. Detection of tertiary components in W Ursa Majoris system // Astrophys. J.—1998.—**504**, N 2.—P. 978—982.
77. Hagedüs T. An updated list of eclipsing binaries showing apsidal motion // Bull. Inform. Centr. Donn. Strasb.—1988.—N 35.—P. 15—29.
78. Hagedüs T., Szatmary K., Vinko J. Light curve and O—C diagram analysis of RZ Cassiopeiae // Astrophys. and Space Sci.—1992.—**187**, N 1.—P. 57—74.
79. Hensberge H., Vaz L. P. R., Torres K. B. V., Armond T. Spectral disentangling applied to triple systems: RV Crt // Multiple stars across the H-R diagram: Proc. ESO workshop / Eds S. Hubrig, M. Petr-Gotzens, A. Tokovinin. — Garching, 2008.—P. 47—52.
80. Hoffleit D. A new eclipsing binary in Cygnus // Inform. Bull. Var. Stars.—1977.—N 1252.—P. 1—2.
81. İbanoğlu B., Evren S., Taş G., Çakirli İ. New findings based on long-term photometric observations of the eclipsing binary V471 Tauri // Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.—2005.—**360**, N 3.—P. 1077—1084.
82. İbanoğlu C., Evren S., Taş G., et al. The brightness variations and orbital period changes of RT Lacertae // Astron. and Astrophys.—2001.—**371**, N 2.—P. 626—637.
83. Ilijic S., Freyhammer L. M., Helt B. E. The invisible component of the triple system AC Velorum // ASP Conf. Ser.—2004.—**318**.—P. 242—244.
84. Irwin J. B. The determination of a light-time orbit // Astrophys. J.—1952.—**116**, N 1.—P. 211—217.
85. Isobe S., Noguchi M., Ohtsubo J., et al. Speckle observations of visual and spectroscopic binaries. III // Publ. Jap. Nation. Astron. Observ.—1992.—**2**, N 3.—P. 459—474.
86. Kabath P., Fruth T., Rauer H., et al. Characterization of CoRoT target fields with Berlin exoplanet search telescope. II. Identification of periodic variable stars in the LRC2 field // Astron. J.—2009.—**137**, N 4.—P. 3911—3919.
87. Kalimeris A., Mitrou C. K., Doyle J. G., et al. An orbital period study of SZ Piscium // Astron. and Astrophys.—1995.—**293**, N 1.—P. 371—376.
88. Kalomeni B., Yakut K., Keskin V. Absolute Properties of the Binary System BB Pegasi // Astron. J.—2007.—

- 134, N 2.—P. 642—647.
89. *Kamper B.-C.* Light-time orbit and apsidal motion of the eclipsing binary U Ophiuchi // *Astrophys. and Space Sci.*—1986.—**120**, N 2.—P. 167—189.
90. *Kang Y. W., Lee H.-W., Hong K. S., et al.* The chromospherically active contact binary CE Leonis // *Astron. J.*—2004.—**128**, N 2.—P. 846—857.
91. *Kang Y. W., Oh K.-D., Kim C.-H., et al.* Period variation and model for the W UMa type binary TY UMa // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2002.—**331**, N 2.—P. 707—716.
92. *Keskin V., Ibanoglu C., Akan M. S., et al.* Luminosity variations and orbital period changes in RT Lacertae // *Astron. and Astrophys.*—1994.—**287**, N 2.—P. 817—823.
93. *Khaliullin Kh. F., Khaliullina A. I.* Apsidal motion and the third-body problem in the binary HS Her // *Astron. Rep.*—2006.—**50**, N 10.—P. 814—822.
94. *Khaliullina A. I., Khaliullin Kh. F., Martynov D. Ya.* Apsidal motion and the third body in the system RU Monocerotis // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—1985.—**216**, N 4.—P. 909—922.
95. *Khodyakin S. A.* Evidence for third body in the eclipsing binary DI Herculis // *Inform. Bull. Var. Stars.*—2007.—N 5788.—P. 1—4.
96. *Kim C.-H., Jeong J. H., Demircan O., et al.* The period changes of YY Eridani // *Astron. J.*—1997.—**114**, N 6.—P. 2753—2763.
97. *Kim H.-I., Lee J.-W., Kim C.-H., et al.* Photometric Studies of the Near-Contact Binary AX Draconis // *Publs Astron. Soc. Pacif.*—2004.—**116**, N 824.—P. 931—940.
98. *Kim C.-H., Lee J. W., Kim S.-L., et al.* A period and light synthesis for the W Ursae Majoris type binary SS Arietis // *Astron. J.*—2003.—**125**, N 1.—P. 332—331.
99. *Kim C.-H., Lee J. W., Kim H. I., et al.* Photometric studies of the triple star ER Orionis // *Astron. J.*—2003.—**126**, N 3.—P. 1555—1562.
100. *Kim C.-H., Seong I. N., Kreiner J. M.* A possible detection of a second light-time orbit for the massive early-type eclipsing binary star AH Cephei // *Astron. J.*—2005.—**129**, N 2.—P. 990—1000.
101. *Koch R. H., Koegler C.* A new photometric analysis of U Ophiuchi // *Astrophys. J.*—1977.—**214**, N 2.—P. 423—429.
102. *Kopal Z.* Close binary system. The International Astrophysics Series. — London: Chapman & Hall, 1959.—Vol. 5.—558 p.
103. *Kozyreva V. S., Kusakin A. V., Khaliullin Kh. F.* Photometric elements, apsidal motion, and a third body in the eclipsing binary HP Aur // *Astron. Letters.*—2005.—**31**, N 2.—P. 117—128.
104. *Kreiner J. M., Pribulla T., Tremko J., et al.* Period analysis of three close binary systems: TW And, TT Her and W UMi // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2008.—**383**, N 4.—P. 1506—1512.
105. *Kreiner J. M., Tremko J.* Study of period and light-time effect in ZZ Cas // *Bull. Astron. Inst. Czech.*—1991.—**42**, N 6.—P. 345—349.
106. *Lacy C. H., Popper D. M.* Absolute dimensions and masses of eclipsing binaries: IV. EE Pegasi is a triple star // *Astrophys. J.*—1984.—**281**, N 1.—P. 268—275.
107. *Lanza A. F., Rodono M.* Orbital period modulation and quadrupole moment changes in magnetically active close binaries // *Astron. and Astrophys.*—1999.—**349**, N 3.—P. 887—897.
108. *Lanza A. F., Rodono M., Rosner R.* Orbital period modulation and magnetic cycles in close binaries // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—1998.—**296**, N 4.—P. 893—902.
109. *Lapasset E., Gomez M.* Simultaneous analysis of light and radial velocity curves of the peculiar contact system V 508 Ophiuchi // *Astron. and Astrophys.*—1990.—**231**, N 2.—P. 365—374.
110. *Lee J. W., Kim C.-H., Han W., et al.* Period and light variations for the cool, overcontact binary BX Pegasi // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2004.—**352**, N 3.—P. 1041—1055.
111. *Lee J. W., Kim H.-I., Kim S.-L.* A Period study and spot model for the eclipsing binary TU Bootis // *Publs Astron. Soc. Pacif.*—2007.—**119**, N 860.—P. 1099—1107.
112. *Lee J. W., Kim C.-H., Koch R. H.* A period study and light-curve synthesis for the Algol-type semidetached binary XX Cephei // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2007.—**379**, N 860.—P. 1665—1680.
113. *Lee J. W., Youn J.-H., Kim C.-H., et al.* A photometric study of the short-period close binary V432 Persei and its implications for the star's evolution // *Astron. J.*—2008.—**135**, N 4.—P. 1523—1532.
114. *Li L., Han Z., Zhang F.* Light-curve and period changes in the W UMa-type system TY Bootis // *Publs Astron. Soc. Jap.*—2005.—**57**, N 1.—P. 187—192.
115. *Li Y., Qian S. B.* GMG 2. 4-m telescope and light-time effect research for W UMa-type binaries // *ASP Conf. Ser.*—2005.—**335**.—P. 245—249.
116. *Liu L., Qian S.-B., Boonruksar S., et al.* CCD photometric study of the contact binary TX Cnc in the young open cluster NGC 2632 // *Publs Astron. Soc. Jap.*—2007.—**59**, N 3.—P. 607—614.
117. *Liu Q.-Y., Yang Y.-L.* On the period variation of the W UMa-type contact binary V502 Ophiuchi // *Chin. J. Astron. and Astrophys.*—2006.—**6**, N 3.—P. 331—337.
118. *Lu W.* A truly triple system DI Pegasi // *Acta Astron.*—1992.—**42**, N 2.—P. 73—84.
119. *Lu W.-X., Rucinski S. M.* Radial velocity studies of close binary stars. IV // *Astron. J.*—2001.—**122**, N 1.—P. 402—412.
120. *Malkov O. Yu.* Catalogue of astrophysical parameters of binary systems // *Bull. Inform. Centr. Donn. Strasb.*—1993.—N 42.—P. 27—29.
121. *Malkov O. Yu.* Mass — luminosity relation of intermediate-mass stars // *Mon. Notic. Astron. Soc.*—2007.—**382**, N 3.—P. 1073—1086.

122. *Manzoori D.* Orbital Period Modulation in SW Cygni // *Publs Astron. Soc. Austral.*—2007.—**24**, N 2.—P. 61—68.
123. *Mardling R. A., Aarseth S. J.* Tidal interactions in star cluster simulations // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2002.—**321**, N 3.—P. 398—420.
124. *Mason B. D., Gies D. R., William I. H., et al.* ICCD speckle observations of binary stars. XIX. an astrometric/spectroscopic survey of O stars // *Astron. J.*—1998.—**115**, N2.—P. 821—847.
125. *Mason B. D., Hartkopf W. I.* Multiple stars in the field // Multiple stars across the H-R diagram: Proc. ESO workshop / Eds S. Hubrig, M. Petr-Gotzens, A. Tokovinin. — Garching, 2008.—P. 141—153.
126. *Mayer P.* Periodic terms in the light elements of XX CEP and RW Per // *Bull. Astron. Inst. Czech.*—1984.—**35**, N 3.—P. 180—182.
127. *Mayer P.* Eclipsing binaries with light-time effect // *Bull. Astron. Inst. Czech.*—1990.—**41**, N 4.—P. 231—236.
128. *Mayer P.* Systems with the third body // *ASP Conf. Ser.*—2004.—**318**.—P. 233—241.
129. *Mayer P.* Triple and multiple systems // *Astrophys. and Space Sci.*—2005.—**296**, N 1-4.—P. 113—119.
130. *Mayer P., Drechsel H., Lorenz R.* Spectroscopic and photometric analysis of the O-type binary V1182 Aquilae: A Close eclipsing system with a luminous third body // *Astrophys. J. Suppl. Ser.*—2005.—**161**, N 1.—P. 171—182.
131. *Mayer P., Lorenz R., Drechsel H., Abseim A.* The early-type multiple system QZ Carinae // *Astron. and Astrophys.*—2001.—**366**, N 2.—P. 558—564.
132. *Mikkola S.* Dynamics and stability of triple stars // Multiple stars across the H-R diagram: Proc. ESO workshop held in Garching, Germany / Eds S. Hubrig, M. Petr-Gotzens, A. Tokovinin.—2008.—P. 11—20.
133. *Mossakovskaya L.* The four body system Y Cam? // *Inform. Bull. Var. Stars.*—1993.—N 3902.—P. 1—4.
134. *Multiple stars across the H-R diagram: Proc. ESO workshop / Eds S. Hubrig, M. Petr-Gotzens, A. Tokovinin.* — Garching, 2008.—303 p.
135. *Ogloza I. W., Zola S., Tremko J., Kreiner J. M.* The analysis of photometric light curves and the third body in the eclipsing binary system SW Lyn // *Astron. and Astrophys.*—1998.—**340**, N 1.—P. 81—84.
136. *Oh K.-D., Kim C.-H., Lee W.-B., et al.* BVR observations and period variation of the near-contact binary ZZ Aurigae // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2006.—**366**, N 4.—P. 1243—1252.
137. *Olson, E. C., Hall D. S., Louth H., et al.* Further period changes in U Cephei // *Publs Astron. Soc. Pacif.*—1981.—**93**, N 554.—P. 464—469.
138. *Olson E. C., Schaefer B. E., Lines R., et al.* A new investigation of photometric changes in RW Persei // *Astron. J.*—1992.—**103**, N 1.—P. 256—262.
139. *Özdemir S., Ak H., Tanriver M., et al.* UVV photometry of the massive eclipsing binary TT Aur // *Publs Astron. Soc. Aust.*—2001.—**18**, N 2.—P. 151—157.
140. *Özdemir S., Mayer P., Drechsel H., et al.* Refinement of third body parameters and new photometric results for the early-type multiple system IU Aurigae // *Astron. and Astrophys.*—2002.—**392**, N 3.—P. 895—907.
141. *Petrova A. V., Orlov V. V.* Apsidal motion in double stars // *Astron. J.*—1999.—**117**, N 1.—P. 587—602.
142. *Panchatsaram T., Abhyankar K. D.* SW Lacertae — a quadruple system // *Bull. Astron. Soc. India.*—1981.—**9**, N 1.—P. 31—39.
143. *Pop A.* On the orbital period modulation of the eclipsing binary system Y Leonis // *ASP Conf. Ser.*—2005.—**335**.—P. 263—267.
144. *Pribulla T., Baludansky D., Dubovsky P., et al.* VW LMi: tightest quadruple system know light-time effect and possible secular changes of orbits // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2008.—**390**, N 2.—P. 798—806.
145. *Pribulla T., Chochol D., Rovithis-Livaniou H., Rovithis P.* The contact binary AW Ursae Majoris as a member of a multiple system // *Astron. and Astrophys.*—1999.—**345**, N 1.—P. 137—148.
146. *Pribulla T., Chochol D., Tremko J., et al.* Period study of the contact system VW Cep // *Contr. Astron. Observ. Skalnete Pleso.*—2000.—**30**, N 2.—P. 117—139.
147. *Pribulla T., Chochol D., Tremko J., Kreiner J. M.* The light-time effect in short-period eclipsing binaries // *ASP Conf. Ser.*—2005.—**335**.—P. 103—113.
148. *Pribulla T., Kreiner J. M., Tremko J.* Catalogue of the field contact binary stars // *Contr. Astron. Observ. Skalneti Pleso.*—2003.—**33**, N 1.—P. 38—70.
149. *Pribulla T., Rucinski S. M.* Contact binaries with additional components. I. The extend data // *Astron. J.*—2006.—**131**, N 6.—P. 2986—3007.
150. *Pribulla T., Rucinski S. M.* // Multiple stars across the H-R diagram: Proc. ESO workshop held in Garching, Germany / Eds S. Hubrig, M. Petr-Gotzens, A. Tokovinin.—2008.—P. 163—168.
151. *Pribulla T., Rucinski S. M., Conidis G., et al.* Radial velocity studies of close binary stars. XII // *Astron. J.*—2007.—**133**, N 5.—P. 1977—1987.
152. *Pribulla T., Vanko M.* Photoelectric photometry of eclipsing contact binaries: U Peg, YY CrB, OU Ser and EQ Tau // *Contr. Astron. Observ. Skalnete Pleso.*—2002.—**32**, N 1.—P. 79—98.
153. *Qian S.-B.* Long-time behavior of orbital periods of some Algol-type eclipsing binaries // *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*—2000.—**146**, N 3.—P. 377—384.
154. *Qian S.-B.* Orbital period changes of contact binary systems: direct evidence for thermal relaxation oscillation theory // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2001.—**328**, N 3.—P. 914—924.
155. *Qian S.-B.* Short-period near-contact binary systems at the beginning of the overcontact phase // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2002.—**336**, N 4.—P. 1247—1255.

156. *Qian S.-B.* BO Pegasi: A candidate on the breaking stage of the TRO cycle // *Astron. and Astrophys.*—2002.—**387**, N 3.—P. 903—906.
157. *Qian S.-B.* A period investigation of the overcontact binary system V417 Aquilae // *Astron. and Astrophys.*—2003.—**400**, N 2.—P. 649—653.
158. *Qian S.-B.* Are overcontact binaries undergoing thermal relaxation oscillation with variable angular momentum loss? // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2003.—**342**, N 4.—P. 1260—1270.
159. *Qian S.-B.* Orbital Period Studies of Three Algols: TW And, RW Leo, and AY Vul // *Publs Astron. Soc. Jap.*—2003.—**55**, N 1.—P. 289—295.
160. *Qian S.-B., Boonruksar S.* Long-term orbital period variations for EU Hydrae // *Publs Astron. Soc. Jap.*—2003.—**55**, N 2.—P. 499—502.
161. *Qian S.-B., Dengliang Liu D., Wenli Tan W., Soonthornthum B.* Is the Algol-type eclipsing binary RX Geminoorum a true triple system? // *Publs Astron. Soc. Pacif.*—2002.—**114**, N 797.—P. 766—769.
162. *Qian S.-B., He J.-J., Liu L., et al.* A new photometric investigation of the W UMa-type binary BI CVn // *Astron. J.*—2008.—**136**, N 6.—P. 2493—2501.
163. *Qian S.-B., He J.-J., Soonthornthum B., et al.* High fill-out, extreme mass ratio overcontact binary systems. VIII. EM Piscium // *Astron. J.*—2008.—**136**, N 5.—P. 1940—1946.
164. *Qian S.-B., He J.-J., Xiang F.-Y.* RT Leonis Minoris: Does it belong to an A- or W-type overcontact binary system? // *Publs Astron. Soc. Jap.*—2008.—**60**, N 1.—P. 77—83.
165. *Qian S.-B., He J.-J., Xiang F., et al.* Period changes of AO Camelopardalis and AM Leonis and their implications for the presence of tertiary components and the evolutionary states of the two overcontact binary systems // *Astron. J.*—2005.—**129**, N 3.—P. 1686—1693.
166. *Qian S.-B., Liao W.-P., He J.-J., et al.* Is V899 Herculis an unsolved quadruple system containing double close binary stars? // *New Astron.*—2006.—**12**, N 1.—P. 33—37.
167. *Qian S.-B., Liao W.-P., Liu L., et al.* VZ Librae: A truly unsolved quadruple system containing double close binaries // *New Astron.*—2008.—**13**, N 2.—P. 98—102.
168. *Qian S.-B., Liu Q.-Y.* A possible connection between the variation of light curve and change of the orbital period in the contact binary CK Bootis // *Astrophys. and Space Sci.*—2000.—**271**, N 4.—P. 331—339.
169. *Qian S.-B., Liu L., Kreiner J. M.* Orbital period investigations of two short-period early-type overcontact binaries BH Cen and V701 Sco in two extremely young galactic clusters IC 2944 and NGC 6383 // *New Astron.*—2006.—**12**, N 2.—P. 117—123.
170. *Qian S.-B., Liu L., Soonthornthum B., et al.* Deep, low mass ratio overcontact binary systems. VI. AH Cancri in the old open cluster M67 // *Astron. J.*—2006.—**131**, N 6.—P. 3028—3039.
171. *Qian S.-B., Liu Q.-Y., Tan W.-L.* Orbital period studies of RS CVn-type binaries III. BH Virginis // *Astrophys. and Space Sci.*—2000.—**274**, N 4.—P. 859—866.
172. *Qian S.-B., Liu Q.-Y., Yang Y.-L.* A period study of the RS CVn type binary ER Vulpeculae // *Astrophys. and Space Sci.*—1998.—**257**, N 1.—P. 1—10.
173. *Qian S.-B., Liu Q.-Y., Yang Y.-L.* A study of the periods of the active binary AR Lac // *Chin. Astron. and Astrophys.*—1999.—**23**, N 3.—P. 317—323.
174. *Qian S.-G., Liu Q.-Y., Yang Y.-L.* Orbital period studies of the RS CVn-type binaries II. UV Piscium // *Astrophys. and Space Sci.*—1999.—**266**, N 4.—P. 529—538.
175. *Qian S.-B., Liu Q.-Y., Yang Y.-L., Yuan L.-L.* Changes in the orbital period of the near-contact binary BF Vir // *Chin. Astron. and Astrophys.*—2000.—**24**, N 3.—P. 331—338.
176. *Qian S.-B., Liu L., Zhu L.-Y.* Complex Period Variations of the Neglected W UMa-type Binary System NY Lyrae // *Publs Astron. Soc. Austral.*—2009.—**26**, N 1.—P. 7—10.
177. *Qian S.-B., Soonthornthum B., Xiang F.-Y., et al.* Possible connection between period change and magnetic activity of the very short-period binary VZ Piscium // *Astron. Nachr.*—2004.—**325**, N 9.—P. 714—717.
178. *Qian S.-B., Xiang F.-Y., Zhu L.-Y., et al.* A new CCD photometric investigation of the short-period close binary AP Leonis // *Astron. J.*—2007.—**133**, N 2.—P. 357—363.
179. *Qian S.-B., Yang Y.-G.* GR Virginis: A deep overcontact binary // *Astron. J.*—2004.—**128**, N 5.—P. 2430—2434.
180. *Qian S.-B., Yang Y.-G.* Improved astrophysical parameters for the overcontact binary FG Hydrae // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2005.—**356**, N 2.—P. 765—772.
181. *Qian S.-B., Yang Y.-G., Soonthornthum B., et al.* Deep, low mass ratio overcontact binary systems. III. CU Tauri and TV Muscae // *Astron. J.*—2005.—**130**, N 1.—P. 224—233.
182. *Qian S.-B., Yuan J.-Z., Liu L., et al.* Evolutionary states of the two shortest period O-type overcontact binaries V382 Cyg and TU Mus // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2007.—**380**, N 4.—P. 1599—1607.
183. *Qian S.-B., Yuan J.-Z., Soonthornthum B., et al.* AD Cancri: A shallow contact solar-type eclipsing binary and evidence for a dwarf third component and a 16 year magnetic cycle // *Astrophys. J.*—2007.—**671**, N 1.—P. 811—820.
184. *Qian S.-B., Yuan J.-Z., Xiang F.-Y., et al.* Ternarity, activity, and evolutionary state of the W UMa-type binary UX Eridani // *Astron. J.*—2007.—**134**, N 5.—P. 1769—1776.
185. *Qian S.-B., Zhu L.-Y., Boonruksar S.* Interior structure variations in the secondary components of two Algol-type eclipsing binary systems: SW Cygni and RR Draconis // *Astron. and Astrophys.*—2002.—**396**, N 2.—P. 609—613.
186. *Qian S.-B., Zhu L.-Y., Boonruksar S.* The first CCD photometric study of the neglected W UMa-type binary PP Lacertae // *New Astron.*—2005.—**11**, N 1.—P. 52—58.

187. Qian S.-B., Zhu L.-Y., Boonruksar S. HL Aurigae: A pre-contact binary system with a solar-mass companion // *New astron.*—2006.—**11**, N 7.—P. 503—507.
188. Qian S.-B., Zhu L.-Y., He J. J., Boonruksar S. A period investigation of two chromospherically active binary stars: RT Coronae Borealis and PW Herculis // *New Astron.*—2003.—**8**, N 5.—P. 457—463.
189. Radhakrishnan K. R., Abhyankar K. D., Sarma M. B. K. Period study of the Algol-type eclipsing binary — R Canis Majoris // *Bull. Astron. Soc. India.*—1984.—**12**, N 2.—P. 182—189.
190. Rafert J. B. Periodic ephemerides for 49 eclipsing binary-star systems // *Publs Astron. Soc. Pacif.*—1982.—**94**, N 559.—P. 485—495.
191. Ribas I. Combining astrometry and light time effect: Low mass companions around eclipsing systems // *ASP Conf. Ser.*—2005.—**335**.—P. 55—64.
192. Rodono M., Lanza A. F., Catalano S. Starspot evolution, activity cycle and orbital period variation of the prototype active binary RS Canum Venaticorum // *Astron. and Astrophys.*—1995.—**301**, N 1.—P. 75—88.
193. Rovithis-Livaniou H., Kranidiotis A. N., Rovithis P., Athanassiades G. Study of the period changes of X Trianguli // *Astron. and Astrophys.*—2000.—**354**, N 3.—P. 904—908.
194. Rovithis-Livaniou H., Tsantilas S., Kalimeris A. On the origin of the orbital period changes of V523 Cas // *ASP Conf. Ser.*—2003.—**292**.—P. 215—218.
195. Rucinski S. M. Contact binary stars of the W UMa-type as distance tracers // *New Astron. Revs.*—2004.—**48**, N 9.—P. 703—709.
196. Rucinski S. M., Pribulla T., van Kerkwijk M. H. Contact binaries with additional components. III. A search using adaptive optics // *Astron. J.*—2007.—**134**, N 6.—P. 2353—2365.
197. Selam S. O., Albayrak B., Şenavci H. V., Aksu O. Light curve solution and orbital period analysis of the contact binary V842 Herculis // *Astron. Nachr.*—2005.—**326**, N 8.—P. 746—753.
198. Selam S. O., Albayrak B. Orbital period variation of the eclipsing binary system TT Herculis // *Astron. Nachr.*—2007.—**328**, N 2.—P. 154—158.
199. Selam S. O., Demircan O. Cyclic nature of the orbital period variations of some Algol-type binaries // *Turk. J. Phys.*—1999.—**23**, N 2.—P. 301—311.
200. Senavci H. V., Albayrak A., Selam S. O., Ak T. The period variation of V839 Oph // *Astrophys and Space Sci.*—2006.—**304**, N 1-4.—P. 35—37.
201. Simon V. RZ Dra — possible triple system // *Contr. Nicholas Copernicus Observ. Planetarium Brno.*—1995.—N 31.—P. 80—82.
202. Simon V. The cyclic period changes of the close binary VV Ursae Majoris // *Astron. and Astrophys.*—1996.—**311**, N 3.—P. 915—918.
203. Simon V. On the relation of changes of the period and brightness in the close binaries SW Cygni and U Sagittae // *Astron. and Astrophys.*—1997.—**327**, N 3.—P. 1087—1093.
204. Simon V. Variations of the orbital periods in semi-detached binary stars with radiative outer layers // *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*—1999.—**134**, N 1.—P. 1—19.
205. Soydogan F., Demircan O., Soydogan E., Ibanoglu C. Orbital period changes of Algol-type binaries: S Equulei and AB Cassiopeiae // *Astron. J.*—2003.—**126**, N 1.—P. 393—397.
206. Soydogan F., Soydogan E., Ibanoglu C., Demircan O. Long-term orbital period behaviors of the neglected Algol type binaries: CC Herculis and XZ Aquilae // *Astron. Nachr.*—2006.—**327**, N 7.—P. 705—709.
207. *Spectroscopically and spatially resolving the components of close binary stars* / Eds R. W. Hilditch, H. Hensberge, K. Pavlovski // *ASP Conf. ser.*—2004.—**318**.—440 p.
208. Sterzik M. F., Tokovinin A. A. Relative orientation of orbits in triple stars // *Astron. and Astron.*—2002.—**384**, N 3.—P. 1030—1037.
209. Sterzik M. F., Tokovinin A. A., Shatsky N. I. Orbit orientations and eccentricities in triples: Implications on their formation and evolution // *ASP Conf. Ser.*—2003.—**287**.—P. 403—408.
210. Szekely P. A CCD photometric search for pulsations in SZ Her // *Inform. Bull. Var. Stars.*—2003.—N 5467.—P. 1—4.
211. *The light-time effect in Astrophysics — causes and curves of the O-C diagrams* / Ed. by C. Sterken // *ASP Conf. ser.*—2005.—**335**—357 p.
212. Tian Y. P., Xiang F. Y., Tao X. Period investigation of two RS CVn-type binary stars: RU Cancri and AW Herculis // *Astrophys. and Space Sci.*—2009.—**319**, N 2-4.—P. 119—124.
213. Todaran I. Remarks on the period variation of HS Herculis and SW Cygni // *Astron. Nachr.*—1994.—**315**, N 5.—P. 349—352.
214. Tokovinin A. Statistics of multiple stars // *Rev. Mex. Astron. Astrophys. Ser. Conf.*—2004.—**21**.—P. 7—14.
215. Tokovinin A., Thomas S., Sterzik M., Udry S. Tertiary companions to close spectroscopic binaries // *Astron. and Astrophys.*—2006.—**450**, N 2.—P. 681—693.
216. *Transiting extrasolar planets Workshop* / Eds C. Afonso, D. Weldrake, Th. Henning // *ASP Conf. Ser.*—2007.—**366**.—343 p.
217. Tsantilas S., Rovithis-Livaniou H. Study of the Magnetic Activity Cycles of CG Cygni // *ASP Conf. Ser.*—2007.—**370**.—P. 353—357.
218. Vetesnik M. The eclipsing binary system V463 Cygni // *Bull. Astron. Inst. Czech.*—1968.—**19**, N 3.—P. 123—135.
219. Volkov I. M. Search for a third body in the DI Her system by means of the light-time effect in O—C // *ASP Conf. Ser.*—2005.—**335**.—P. 351—354.
220. Wittenmyer A., Endl M., Cochran W. D., et al. HD 91669B: A new brown dwarf candidate from the McDon-

- ald Observatory Planet search planets // *Astron. J.*—2009—**137**, N 3.—P. 3529—3532.
221. *Worek T. F.* Evidence of a third star orbiting the eclipsing binary d Librae // *Publs Astron. Soc. Pacif.*—2001.—**113**, N 786.—P. 964—969.
222. *Wolf M., Diethelm R.* Period changes of early-type eclipsing binaries // *Acta Astron.*—1992.—**42**, N 4.—P. 363—370.
223. *Wolf M., Diethelm R., Hornoch K.* Apsidal motion in eccentric eclipsing binaries: TV Ceti and V451 Ophiuchi // *Astron. and Astrophys.*—2001.—**374**, N 1.—P. 243—249.
224. *Wolf M., Diethelm R., Sarounova L.* Apsidal motion and light-time effect in the eclipsing binaries RU Monocerotis and DR Vulpeculae // *Astron. and Astrophys.*—1999.—**345**, N 2.—P. 553—558.
225. *Wolf M., Kotkova L., Brat L., et al.* CL Aurigae a triple system with mass transfer // *Inform. Bull. Var. Stars.*—2007.—N 5870—P. 1—4.
226. *Wolf M., Kotkova L., Zejda M., Brat L.* RW Lacertae: A new photometric triple star // *Inform. Bull. Var. Stars.*—2006.—N 5682.—P. 1—4.
227. *Wolf M., Mayer P., Zasche P., et al.* Eclipsing binaries with possible light-time effect // *ASP Conf. Ser.*—2004.—**318**—P. 255—257.
228. *Wolf M., Sarounova L., Broz M., Horan R.* CL Aurigae: A new photometric triple system // *Inform. Bull. Var. Stars.*—1999.—N 4683.—P. 1—4.
229. *Wolf M., Sarounova L., Diethelm R.* Apsidal motion in the eclipsing binary AS Camelopardalis // *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*—1996.—**116**, N 3.—P. 463—466.
230. *Wolf M., Zejda M.* Apsidal motion in southern eccentric eclipsing binaries: V539 Ara, GG Lup, V526 Sgr and AO Vel // *Astron. and Astrophys.*—2005.—**437**, N 2.—P. 545—551.
231. *Wolf M., Zejda M., Kiyota S., et al.* IV Cassiopeiae: A possible photometric triple system // *Inform. Bull. Var. Stars.*—2006.—N 5735.—P. 1—4.
232. *Woltier J.* On a special case of orbit determination in the theory of eclipsing variables // *Bull. Astron. Inst. Neth.*—1922.—**1**, N 18.—P. 93—94.
233. *Wright J. T., Upadhyay S., Marcy G. W., et al.* Ten new and updated multiplanet systems and a survey of exoplanetary systems // *Astrophys. J.*—2009.—**693**, N 2.—P. 1084—1099.
234. *Yakut K., Eggleton P. P.* Evolution of close binary systems // *Astrophys. J.*—2005.—**629**, N 2.—P. 1055—1074.
235. *Yakut K., Ulaş B., Kalomeni B., Cülmen O.* Basic physical properties of the low-temperature contact binary system V 781 Tau and the near-contact binary system V 836 Cyg // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2005.—**363**, N 4.—P. 1272—1278.
236. *Yang Y.-G.* New CCD photometry for the extreme lower mass-ratio binary AW Ursae Majoris // *Astrophys. and Space Sci.*—2008.—**314**, N 1—3.—P. 151—162.
237. *Yang Y.-G., Dai J.-M., Yin X.-G., Xiang F.-Y.* Orbital period changes for the weak-contact binary TY Bootis // *Astron. J.*—2007.—**134**, N 1.—P. 179—184.
238. *Yang Y., Liu O.* Period Changes of two W UMa-type contact binaries: RW Comae Berenices and CC Comae Berenices // *Publs Astron. Soc. Pacif.*—2003.—**115**, N 808.—P. 748—754.
239. *Yang Y.-L., Liu Q.-Y.* RZ Tauri: An unstable W Ursae Majoris binary with a magnetically active component // *Astron. J.*—2003.—**126**, N 4.—P. 1960—1966.
240. *Yang Y.-G., Lü G.-L., Yin X.-G., et al.* Orbital period changes and their evolutionary status for weak-contact binaries: II. CC Comae Berenices and BV Draconis // *Astron. J.*—2009.—**137**, N 1.—P. 236—245.
241. *Yang Y.-G., Qian S.-B., Zhu C.-H.* A CCD photometric study of the W UMa-type binary system EZ Hydrae // *Publs Astron. Soc. Pacif.*—2004.—**116**, N 823.—P. 826—832.
242. *Yang Y.-G., Qian S.-B., Zhu L.-Y., et al.* Photometric investigations of three short-period binary systems: GSC 0763-0572, RR Centauri, and e Coronae Australis // *Publs Astron. Soc. Jap.*—2005.—**57**, N 6.—P. 983—993.
243. *Yang Y.-G., Qian S.-B., Zhu L.-Y., et al.* V802 Aquilae: A short-period eclipsing binary with magnetic activity // *Publs Astron. Soc. Jap.*—2008.—**60**, N 4.—P. 803—808.
244. *Yang Y.-G., Yin X.-G.* TZ Lyrae: an Algol-type eclipsing binary with mass transfer // *Chin. J. Astron. and Astrophys.*—2007.—**7**, N 2.—P. 258—264.
245. *Yang Y.-G., Wei J.-Y.* Evolutionary status of RV Trianguli and its related Algol-type binaries // *Astron. J.*—2009.—**137**, N 1.—P. 226—235.
246. *Yang Y.-G., Weij J.-Y., He J.-J.* A photometric study of the neglected eclipsing binary BS Cassiopeiae // *Astron. J.*—2008.—**136**, N 2.—P. 594—601.
247. *Yuan J.-Z., Qian S.-B.* Variation of the period and light curves of the solar-type contact binary EQ Tauri // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2007.—**381**, N 2.—P. 602—610.
248. *Yuan J.-Z., Qian S.-B.* A mechanism for orbital period modulation and irregular orbital period variations in close binaries // *Astrophys. J.*—2007.—**669**, N 1.—P. L93—L95.
249. *Yuce K., Selam S. O., Albayrak B., Ak T.* Monitoring secular orbital period variations of some eclipsing binaries at the Ankara university observatory // *Astrophys. and Space Sci.*—2006.—**304**, N 1-4.—P. 67—69.
250. *Zasche P.* Eclipsing binaries showing light-time effect // *Astrophys. and Space Sci.*—2005.—**296**, N 1-4.—P. 127—130.
251. *Zasche P.* New systems showing the light-time effect // *ASP Conf. Ser.*—2006.—**349**—P. 379—382.
252. *Zasche P.* Multiple stellar systems under photometric and astrometric analysis: Doctorial thesis // arXiv: 0801.4258v1 [astro-ph] 28 Jan 2008.

253. *Zasche P., Svoboda P., Wolf M.* The BVRI Light curves and period analysis of the beta Lyrae system XX Leonis // Proc. IAU Symp.—2006.—**240**.—P. 127.—(arXiv:0711.2955v1 [astro-ph] 19 Nov 2007).
254. *Zasche P., Zejda M., Brát L.* Eclipsing binaries with possible light-time effect // *Astrophys. Space Sci.*—2005.—**304**, N 1-4.—P. 177—179.
255. *Zasche P., Liakos A., Wolf M., Niarchos P.* Period changes in six semi-detached Algol-type binaries // *New Astron.*—2008.—**13**, N 6.—P. 405—413.
256. *Zasche P., Liakos A., Niarchos P., et al.* Period changes in six contact binaries: WZ And, V803 Aql, DF Hya, PY Lyr, FZ Ori, and AH Tau // arXiv: 0811.0640v1 [astro-ph] 5 Nov 2008.
257. *Zavala R. T.* Cyclic period changes in close binaries: A light-travel time effect or a symptom of magnetic activity? // *ASP Conf. Ser.*—2005.—**335**.—P. 137—145.
258. *Zavala R. T., McNamara B. J., Harrison T. E.* The origin of cyclic period changes in close binaris: The case of the Algol binary WW Cygni // *Astron. J.*—2002.—**123**, N 1.—P. 450—457.
259. *Zejda M., Mikulasek Z., Wolf M.* Period study of TW Draconis // *Astron. and Astrophys.*—2008.—**489**, N 1.—P. 321—326.
260. *Zhu L.-Y., Qian S.-B.* BL Andromedae and GW Tauri: close binary stars in a key evolutionary stage // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*—2006.—**367**, N 1.—P. 423—432.
261. *Zhu L.-Y., Qian S.-B., Soonthornthum B., Yang Y.-G.* Deep, low mass ratio overcontact binaries. II. IK Persei // *Astron. J.*—2005.—**129**.—N 6.—P. 2806—2814.
262. *Zhu L.-Y., Qian S.-B., Xiang F.-Y.* A period study of the near-contact binary IR Cassiopeae // *Publs Astron. Soc. Jap.*—2004.—**56**, N 5.—P. 809—811.
263. *Zhu L. Y., Qian S.-B., Yang Y.-G.* The first multi-color photometric study of the near-contact binary AS Serpentis // *Astron. J.*—2008.—**136**, N 1.—P. 337—343.
264. *Zhuchkov R., Orlov V., Rubinov A.* Multiple stars: Physics vs. Dynamics // *Multiple stars across the H-R diagram: Proc. ESO workshop / Eds S. Hubrig, M. Petr-Gotzens, A. Tokovinin.* — Garching, 2008.—P. 21—31.
265. *Zola S., Rucinski S. M., Baran A., et al.* Physical parameters of components in close binary systems: III // *Acta Astron.*—2004.—**54**, N 3.—P. 299—312.

Поступила в редакцию 05.05.09