

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВОЙНОЙ ЗВЕЗДЫ ADS 7251 ПО НАБЛЮДЕНИЯМ В ПУЛКОВЕ НА 65-см РЕФРАКТОРЕ С 1962 ПО 2018гг.

Н.А.ШАХТ, Д.Л.ГОРШАНОВ, И.С.ИЗМАЙЛОВ, Л.Г.РОМАНЕНКО

Поступила 26 мая 2020

Принята к печати 26 августа 2020

Представлены результаты исследования двойной звезды ADS 7251 (STF 1321) на основании однородного ряда наблюдений на 65-см рефракторе с 1962 по 2018гг. в Пулкове. Ошибки среднегодового положения ρ , θ равны $0''.004$ и $0''.02$ для фотографических и $0''.003$, $0''.01$ для ПЗС наблюдений. По полученным относительным положениям и точному параллаксу Gaia, рассчитана новая орбита. Для сравнения использовались современные наблюдения Hipparcos и Gaia, а также далеко отстоящие по времени наблюдения XIX в., выполненные Струве. Исследование показало лучшую сходимость с удаленными наблюдениями при использовании параллакса Gaia. Ошибки, рассчитанные по О-С, составляют $0''.008 \div 0''.011$. Они сравниваются с ошибками, полученными для других, близких к Солнцу двойных звезд, а также с соответствующими оценками, полученными для звезд, вращающихся вокруг центрального тела Галактики и наблюдавшихся на телескопах Кеск и VLT. Отмечается актуальность наблюдений компонентов ADS 7251 А и В как возможных родительских звезд экзопланет.

Ключевые слова: *двойная звезда ADS 7251, GJ 338:орбита:масса:параллакс:
61 Cyg, S0-2, S0-102: центр Галактики*

1. *Введение.* Данное исследование выполнено в рамках программы Пулковской обсерватории наблюдений двойных и кратных звезд в окрестностях Солнца. Целью программы является получение однородных и плотных рядов наблюдений для определения орбит, параллаксов и оценки масс, а также для получения фотометрических параметров избранных звезд. Часть результатов последних лет изложена в [1-5]. Среди звезд программы наиболее долговременные ряды положений относятся к таким звездам как ADS 14636 (61 Cyg), ADS 7251 и др., которые много лет наблюдаются на пулковских инструментах: нормальном астрографе и 26-дюймовом рефракторе (65 см).

Настоящая работа является продолжением исследования близкой к Солнцу двойной звезды - широкой пары ADS 7251, часть фотографических наблюдений которой была представлена ранее в [6-8]. В данной работе рассмотрен более продолжительный ряд, охватывающий наблюдения в Пулковской обсерватории на 26-дюймовом рефракторе ($D = 650$ мм, $F = 10413$ мм) в 1962-2018гг., в который входят также результаты, полученные с помощью ПЗС камеры.

Наблюдения ADS 7251 являются весьма актуальными благодаря уникальным характеристикам этой звезды и связанным с ними рядом современных задач. Отметим главные моменты, применительно к которым эти наблюдения представляют интерес:

1) Звезда входит в списки ближайших к Солнцу объектов, которые, согласно их спектральному классу и другим физическим характеристикам, могут обладать планетоподобными спутниками, в том числе, находящимися в обитаемой зоне. Наблюдения ADS 7251 ведутся на разных инструментах и в разных диапазонах волн. Известно, что по наблюдениям на спектрографе CARMENES у компонента В обнаружена планета с периодом обращения 24.0 дня и, предположительно, с массой 10 масс Земли [9].

2) На долгосрочную перспективу рассчитаны наблюдения ADS 7251 в среднем инфракрасном (MIR) диапазоне с планируемым прямым обнаружением экзопланет [10].

3) ADS 7251 входит в список звезд, используемых для калибровки соотношения между массой и известными радиусом и эффективной температурой [11].

4) Оба компонента звезды ADS 7251 обладают почти одинаковой яркостью и принадлежат к близким спектральным классам, что сводит к минимуму эффект атмосферной дисперсии и ошибку уравнения блеска и является важным обстоятельством для наблюдателей. Также нужно отметить выгодное для Пулково расположение звезды на небесной сфере (α, δ), благодаря которому мы наблюдаем ее в весенний период близко к зениту и при наиболее удачных погодных условиях, что повышает точность положений и фотометрических характеристик.

5) По имеющимся данным есть возможность построить новую орбиту, сравнив ее:

- а) с орбитами, полученными по более ранним наблюдениям, см. Чанг, [12],
- б) с наблюдениями из космоса Hipparcos и Gaia и
- с) с далеко отстоящими по времени наблюдениями В.Я.Струве и О.В.Струве [13,14].

6) Отдельный интерес представляет анализ изменения орбиты с использованием нового параллакса Gaia и сравнение эфемерид с наблюдениями.

7) На основе продолжительного однородного ряда наблюдений представляет интерес проверка отклонений от орбитального движения и наличия периодичности в этих отклонениях, что может быть вызвано гравитационным влиянием возможного спутника с долгопериодической орбитой.

8) В связи с проблемой анизотропии распределения полюсов орбит двойных звезд и возможного влияния галактического гравитационного поля на их ориентацию (см. [15]), представляется актуальным изучение параметров

ориентации орбит двойных звезд, положения их полюсов и направлений на периастр в галактической системе координат.

2. *Основные данные о звезде ADS 7251.* Мы представляем результаты наблюдений двойной звезды ADS 7251 (Gliese 338, STF 1321, HD 79210/HD 79211). Оба компонента двойной системы ADS 7251 принадлежат к классу поздних красных карликов, обладающих меньшим размером и светимостью чем Солнце. ADS 7251 - хорошо известная широкая пара: $\rho_{2000} = 17''$; $\theta_{2000} = 92^\circ$, где ρ - угловое расстояние между компонентами звезды, θ - позиционный угол. Ее параметры приведены в табл.1, где [16] - данные из Gaia Data Release2, 2018. Звездная величина, спектр и лучевая скорость взяты из [17-19]. Позиционные наблюдения покрывают дугу орбиты в 50° , из них 16° содержат наблюдения в Пулкове.

Таблица 1

ДАННЫЕ О КОМПОНЕНТАХ ЗВЕЗДЫ ADS 7251

	A	B	Ref
R.A.	09 ^h 14 ^m 22 ^s .775	09 ^h 14 ^m 24 ^s .683	[16]
Dec.	+52°41'11".79	+52°41'10".906	[16]
π_{tr}	157.8796 ± 0.0366 mas	157.8851 ± 0.0414 mas	[16]
G mag	6 ^m .97	7 ^m .05	[16]
V mag	7 ^m .63	7 ^m .72	[17]
Sp	K7 V	M0 V	[18]
V_r	11.14 ± 0.10 km/s	12.50 ± 0.10 km/s	[19]
	10.77 ± 0.14 km/s	11.98 ± 0.18 km/s	[16]

3. *Наблюдения и обработка.* Звезда ADS 7251 наблюдается на пулковском 65-см рефракторе близко к меридиану на зенитном расстоянии не более 10° . В настоящей работе использованы 206 астронегативов, полученных в 1962-1999гг., измеренных на автоматической машине "Фантазия" [20,21]. Также были использованы 69 ПЗС-наблюдений, полученных в 2004-2018гг. с помощью ПЗС-камеры FLI PRO Line 09000 с размером поля 12 кв. мин. Ошибки одного среднегодового положения составляют: $0''.004$ по ρ и $0''.02$ по θ для фотографических наблюдений и соответственно $0''.003$ и $0''.01$ для ПЗС-наблюдений. На рис.1 даны относительные положения компонента В относительно А, полученные по нашим наблюдениям, а также сравнение с эфемеридой и наблюдениями других авторов.

Обработка наблюдений велась так же, как в статьях [3,4,6], по методике, изложенной в работах [22,23]. Построение орбиты производилось с использованием метода параметров видимого движения (ПВД), разработанного в Пулковской обсерватории для определения долговременных орбит,

наблюдаемых по короткой дуге. Метод и его применение детально описаны авторами работ [22-24]. Отметим, что в работе [24] метод был использован для системы "звезда S0-2 + центральное тело Галактики". В этом случае мы рассматривали систему как двойную звезду, а в настоящей работе использовали ее для сравнения.

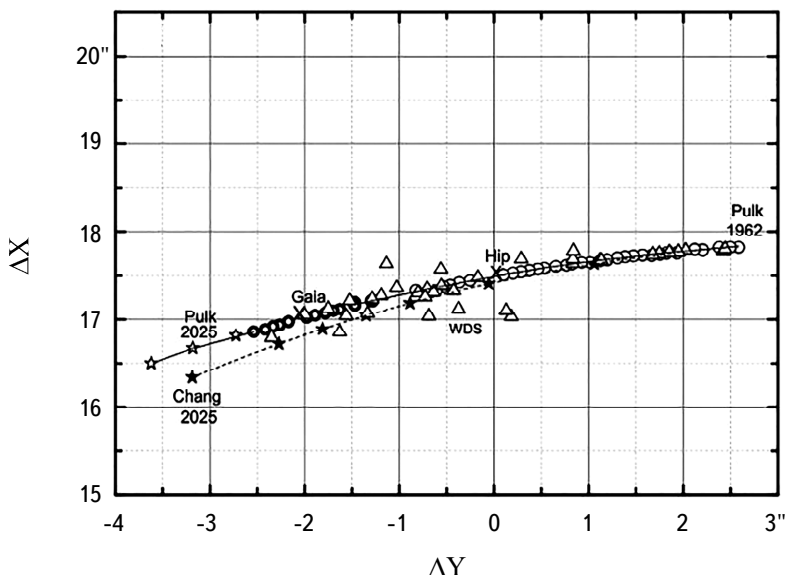


Рис.1. Траектория вторичной компоненты ADS 7251 относительно главной в прямоугольных координатах, $\Delta X = \rho \sin \theta$, $\Delta Y = \rho \cos \theta$, в секундах дуги. Светлые кружки - пулковские фотографические наблюдения, жирные кружки - пулковские ПЗС-наблюдения, треугольники - данные из Вашингтонского каталога двойных звезд WDS. Указаны результаты наблюдений спутников Hipparcos и Gaia (косые кресты), а также эфемеридные значения на ближайшие годы (звездочки). Пунктирная кривая и темные звездочки - эфемерида, вычисленная до 2025г., согласно орбите Чанг [12], сплошная кривая и светлые звездочки - согласно пулковским данным.

В методе ПВД для наблюдаемой дуги орбиты определяются пять параметров видимого движения на средний момент интервала наблюдений (см. рис.2): расстояние ρ между компонентами, позиционный угол θ , видимое относительное движение компонент $\Delta \mu$, его направление - ψ и радиус кривизны дуги наблюдений ρ_c . Кроме этого, для определения орбиты необходимы дополнительные параметры: сумма масс компонентов M_{AB} , их относительная лучевая скорость ΔV_r , равная $V_{r(B)} - V_{r(A)}$, и π_{tr} - годичный параллакс звезды. Тригонометрический параллакс π_{tr} и лучевая скорость V_r компонентов были взяты из данных, приведенных в ссылках в табл.1. Относительные положения компонентов, полученные по фотографическим наблюдениям 1962-1999гг., даны в нашей предыдущей работе [6]. В настоящей статье в табл.2 приводятся

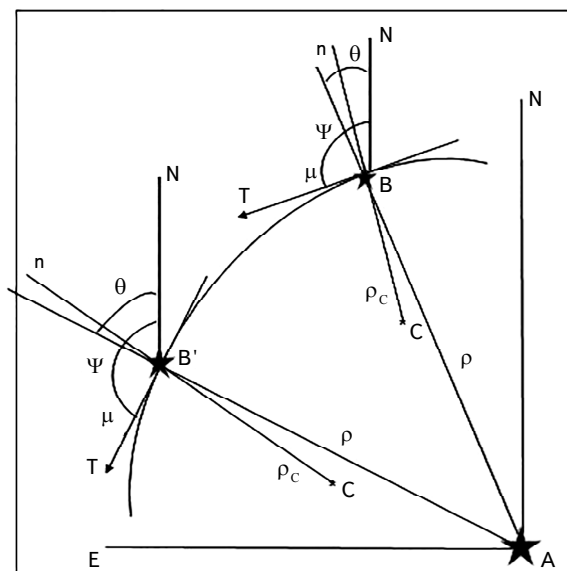


Рис.2. Параметры видимого движения. Обозначения в тексте.

Таблица 2

СРЕДНЕГОДОВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ В-А

Момент	N	ρ (")	σ_ρ (")	θ (°)	σ_θ (°)
2004.161	5	17.2577	0.0027	94.2822	0.0039
2005.160	10	17.2516	0.0008	94.6060	0.0063
2006.146	2	17.2269	-	94.9308	-
2008.059	5	17.1913	0.0056	95.4858	0.0198
2009.071	5	17.1831	0.0047	95.7597	0.0149
2010.047	5	17.1679	0.0026	96.0562	0.0057
2011.131	5	17.1513	0.0031	96.4019	0.0058
2012.041	5	17.1349	0.0022	96.7013	0.0109
2014.207	5	17.1103	0.0022	97.3626	0.0056
2015.190	5	17.0851	0.0026	97.7055	0.0119
2015.980	5	17.0750	0.0005	97.9466	0.0026
2016.978	5	17.0545	0.0028	98.2462	0.0142
2018.187	7	17.0472	0.0013	98.6689	0.0102

среднегодовые положения ρ ("), θ (°) на момент наблюдений и их ошибки σ_ρ ("), σ_θ (°) по ПЗС-наблюдениям в 2004-2018гг.

4. *Основные результаты.* Параметры видимого движения, полученные из пулковских наблюдений пары ADS 7251, а также дополнительные параметры, приведены в табл.3.

Таблица 3

ПАРАМЕТРЫ ВИДИМОГО ДВИЖЕНИЯ ADS 7251

ΔT (г.)	T_0 (г.)	ρ (")	θ (°)	μ ("/г.)	ψ (°)	ρ_c (")	$M_A + M_B$ ($M_\odot$)	ΔV_r (км/с)	π_{tr} (")
1962- 2018	1990.18	$17.4915 \pm$ 0.0020	$89.971 \pm$ 0.006	$0.09310 \pm$ 0.0008	$190.688 \pm$ 0.040	$22.59 \pm$ 0.55	1.1	$1.36 \pm$ 0.20	$0.15788 \pm$ 0.00003

Таблица 4

ОЦЕНКИ МАССЫ КОМПОНЕНТОВ ADS 7251

M_{AB} ($M_\odot$)	$M_B/(M_A + M_B)$	M_A ($M_\odot$)	M_B ($M_\odot$)	Метод	Ссылки
0.91	0.505	0.45	0.46	M_{dyn}	Hopmann, 1954 [25]
2.26	0.50	1.13	1.13	M_{dyn}	Güntzel-Lingner, 1955 [26]
1.14	0.64	0.41	0.73	M_{dyn}	Chang, 1972 [12]
1.10	0.49	0.56	0.54	M_{dyn}	Горшанов, Шахт, 2010 [6]
1.22	0.49	0.62	0.60	M_{sp}	Boyajian et al, 2012 [27]
1.03	0.50	0.52	0.51	M_{sp}	Jaime et al., 2014 [28]
1.33	0.48	0.69	0.64	M_{dyn}	González-Álvarez et al. [9]

Оценки суммы масс компонентов ADS 7251 M_{AB} делались неоднократно разными авторами, их результаты представлены в табл.4. Динамическая масса M_{dyn} получена прямым методом, основанным на законе всемирного тяготения и наблюдении движения компонентов двойной звезды. M_{sp} - масса, полученная в результате высокоточных наблюдений интерферометра и спектрографа, с помощью которых определены радиусы R_* и эффективные температуры T_{eff} . Мы приняли здесь значение $M_{AB} = 1.1 M_\odot$, полученное в нашей предыдущей работе [6], которое также близко к оценкам, выполненным в последние годы другими авторами. Отдельно мы рассмотрели вариант орбиты, получаемой по нашим наблюдениям в том случае, если предположить сумму масс компонентов равной $1.33 M_\odot$, согласно [9].

Как уже отмечалось в предыдущих наших работах, метод ПВД позволяет получить однозначные элементы орбиты при имеющемся точном параллаксе, относительной лучевой скорости компонентов и контрольных наблюдениях, а именно, относительных положениях, далеко отстоящих по времени. Контрольные наблюдения позволяют определить (выбрать) знак угла β между вектором положения и картинной плоскостью ($\cos \beta = \rho / r \pi_{tr}$, где π_{tr} - тригонометрический параллакс, r - величина радиус-вектора между компонентами).

На рис.3 даны две орбиты для разных значений угла β . Сплошной линией проведена орбита, хорошо согласующаяся с наблюдениями В.Я.Струве и О.В.Струве 1821-1878гг. [13,14].

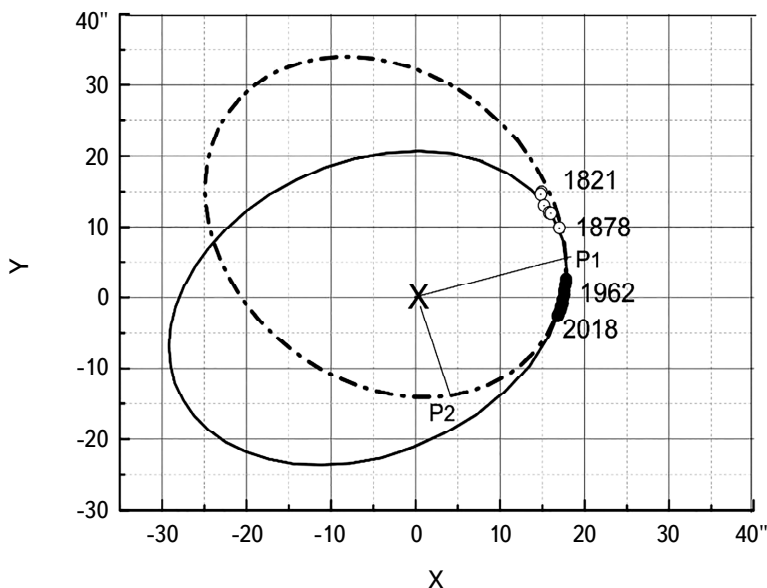


Рис.3. Две орбиты ADS 7251 и сравнение с наблюдениями Струве. Сплошная кривая соответствует $\beta = +27^\circ.4$, штриховая - $\beta = -27^\circ.4$. Светлые кружки - наблюдения Струве в 1821-1878гг. Черные кружки - наблюдения в Пулковке в 1962-2018гг. P1 и P2 - положения периастра.

На рис.4 даны две орбиты, одна из которых вычислена с современным параллаксом Gaia, другая с наибольшим значением из оценок Hipparcos. Использованы величины из базы данных SIMBAD для компонента A: $\pi_{\text{Gaia}} = 157.8796 \pm 0.0366$ mas (Gaia) и $\pi_{\text{Hip}} = 172.08 \pm 6.31$ mas (Hip), причем на рисунке обозначены их округленные значения $0''.158$ и $0''.172$. Для контроля на рис.4 также приведены наблюдения Струве 1821-1878гг., которым, как видно, лучше соответствует орбита, полученная с параллаксом Gaia.

На рис.1, 3, 4 и далее на рис.5 пулковские результаты даны согласно орбите Pulk II, см. табл.5. Орбитальные элементы, полученные как по пулковскому ряду, так и по другим наблюдениям, приводятся в табл.5. В строках 1 и 2 даны значения элементов, полученные другими авторами [12], [9], с которыми мы сравнили наши результаты. При этом работа [12] относится к наиболее удаленной по времени, работа [9] является наиболее близкой по времени. Результаты, полученные по пулковским наблюдениям и отмеченные жирным шрифтом, даны в строках 3 (Pulk I) и 5 (Pulk II). При этом указано, какое значение суммы масс использовалось. В строке 4

даны результаты [7,8], полученные нами ранее только по фотографическим наблюдениям.

Сравнение показало, что с продолжением времени наблюдений получаемый период обращения увеличивается. Вычисленные эфемериды для нашей орбиты Pulk II и [12] даны на рис.1 и рис.5.

На рис.5 приводится сравнение между собой эфемерид, вычисленных по различным орбитам, а также наших ПЗС-наблюдений. Эфемерида, посчитанная

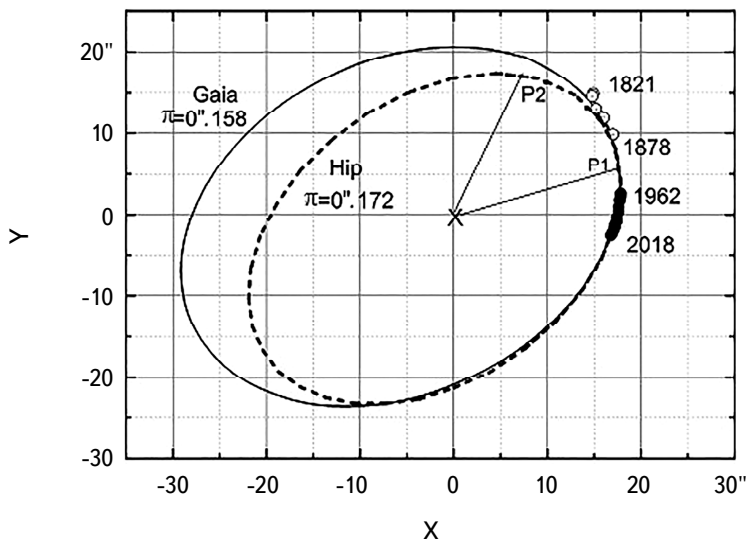


Рис.4. Две орбиты ADS 7251, построенные с разными значениями параллакса. Обозначения - как на рис.3.

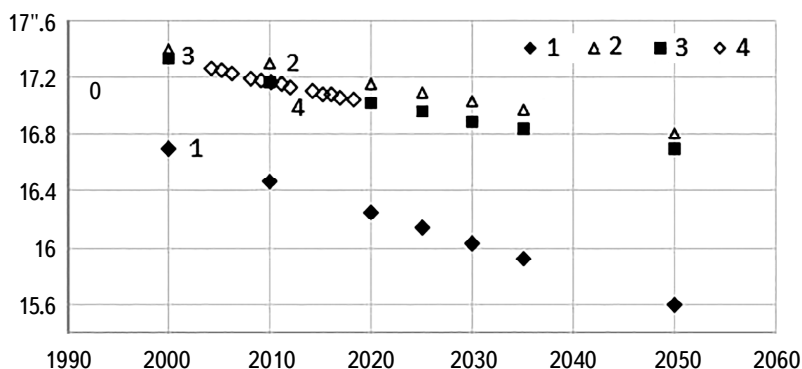


Рис.5. Сравнение эфемерид относительных расстояний с, вычисленных по различным орбитам, с пулковскими ПЗС-наблюдениями. Черные ромбы (1) - по орбите из работы [12], треугольники (2) - по орбите из [9], квадраты (3) - по орбитам Pulk I и Pulk II из настоящей работы (обе эфемериды совпали), пустые ромбы (4) - наши ПЗС-наблюдения.

по обеим орбитам, полученным в настоящей работе, показывает в целом удовлетворительное согласие с эфемеридой по орбите, построенной в статье [9] по литературным данным за 200 лет наблюдений пары ADS 7251. Однако эфемерида по орбите из более ранней работы [12] заметно уклоняется от всех вышеупомянутых эфемерид и от наблюдений. Это еще раз подтверждает необходимость проведения новых наблюдений для уточнения орбит.

5. Оценка точности. По вычисленным для момента времени t координатам ρ_C , θ_C и координатам (ρ_O, θ_O) , полученным из наблюдений в тот же момент, можно было посчитать разность (О-С), характеризующую точность построенной орбиты вблизи начального момента, или в пределах наблюдаемой дуги:

$$(O-C)_t = \sqrt{\rho_O^2 \sin^2(\theta_O - \theta_C) + (\rho_O - \rho_C)^2}.$$

Здесь индексы "О" относятся к наблюдениям, по которым определена орбита, "С" - относительные положения, вычисленные по этой орбите.

В табл.5 в столбце 9 мы даем значение ошибки (О-С)_{*t*} для нашей орбиты для общего (фотографические плюс ПЗС) ряда наблюдений 1962-2018гг.,

Таблица 5

ПАРАМЕТРЫ ОРБИТ ADS 7251, ПОЛУЧЕННЫЕ ПО РАЗНЫМ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫМ ДАННЫМ

a , а.е.	P , год	e	ω , °	i , °	Ω , °	T_p , год	(О-С), "	Примечание
102.6	975	0.28	44	± 21	173.8	2260	0.017	Chang, [12]
130.9	1295	0.01	109.1	37	32.4	1513	-	González-Álvarez et al. [9]
145.8	1526.6	0.135	359.6	137.7	43.0	1805.2	0.011	Pulk I, $M_{AB} = 1.33 M_{\odot}$
136.9	1528.0	0.08	210	141	216.6	1882.8	0.011	Pulk, [7, 8] $M_{AB} = 1.22 M_{\odot}$
163.1 ± 12.1	1986.3 ± 246.4	0.241 ± 0.062	32.1 ± 6.6	141.7 ± 1.8	48.7 ± 3.1	1937.2 ± 23.2	0.011	Pulk II, $M_{AB} = 1.1 M_{\odot}$

Примечание: При вычислении эфемериды, соответствующей орбите Chang, (см. рис.1), согласно нашему алгоритму, было использовано значение наклонности равное $180^\circ - 21^\circ$.

состоящего из 45 нормальных точек. Внешняя ошибка орбитальных элементов, приведенная в табл.5, была получена методом вариаций элементов орбиты, предложенным Киселевым [22] и использовавшимся ранее. Ошибки элементов того же порядка, как ошибки, представленные в табл.5, были получены также

при их вычислении с помощью метода Монте-Карло.

6. *Сравнение наблюдений с вычисленной орбитой.* Отметим, что для звезды ADS 7251 общая ошибка О-С по всему ряду равна 0".011. Отдельно по нашим ПЗС-наблюдениям с 2004 по 2018гг. получена ошибка, равная 0".008. Ошибка, полученная по фотографическим наблюдениям 1962-1997гг., равна 0".009.

В заключение было интересно сравнить соответствующие величины для других звезд и применить к ним наш метод определения орбиты по короткой дуге, если в публикациях имелись исходные данные, аналогичные нашим наблюдениям.

Основываясь на нашем опыте применения метода ПВД к звезде S0-2, вращающейся вокруг центрального тела Галактики (см., Kiselev et al. [24]), мы постарались вычислить орбиту наиболее близкой к центру Галактики звезды S0-102 и проверили возможность использования метода для более современных наблюдений S0-2. При этом мы воспользовались опубликованными данными телескопов Keck [29] и VLT [30] для S0-102 и Keck [31] для S0-2. Во всех случаях мы использовали относительно короткие дуги наблюдений из опубликованных данных.

Элементы орбит звезды S0-102, вычисленных авторами работ [29,30] и значения (О-С), приведены в табл.6 в 1 и 3 строках сверху. Также в табл.6 приведены орбиты (2 и 4 строчки таблицы), полученные нами методом ПВД по опубликованным в [29,30] относительным положениям $\Delta R.A.$, $\Delta Dec.$ В 5 строке дана орбита звезды S0-2, вычисленная нами по данным из работы [31].

Для звезд, отмеченных в первом столбце таблицы жирным шрифтом, орбиты вычислены нами методом ПВД с использованием выбранной из наблюдений короткой дуги. Простым шрифтом отмечены орбиты авторов [29,30]. В последнем столбце табл.6 даны величины (О-С). Жирным шрифтом

Таблица 6

ПРИМЕРЫ ОРБИТ ЗВЕЗД S0-102 И S0-2. ВЕЛИЧИНА (О-С)

Star	P , г.	a , а.е.	e	i , °	ω , °	Ω , °	T_p , г.	ΣM , $M_\odot$	D , кпк	(О-С),"
S0-102 [29]	11.50	815	0.68	151*	185	175	2009.5	$4.1 \cdot 10^6$	7.7	0".007
S0-102 ПВД	11.53	815	0.67	33	182	172.8	2009.5	$4.1 \cdot 10^6$	7.35	8
S0-102 [30]	13.10	893	0.74	141.7*	133.5	129.9	2009.31	4.15×10^6	8.19	13
S0-102 ПВД	11.44	816	0.84	48.9	216.3	182.5	2010.3	4.15×10^6	8.19	5
S0-2 ПВД	14.06	925	0.82	55.4	235.3	26.24	2002.6	$4.1 \cdot 10^6$	7.7	13

Примечание: В двух случаях, отмеченных звездочкой (*), мы, согласно нашему алгоритму вычисления эфемериды, использовали величину наклонности как $180^\circ - i$, т.е. 29° и $38^\circ.3$, соответственно.

выделены (О-С), полученные по выбранной дуге, простым шрифтом - по всему имеющемуся наблюдательному ряду.

Можно отметить, что для звезды 61 Cyg [4], орбита которой также была получена по многолетнему ряду пулковских наблюдений, ошибка (О-С) составляла $0''.016 \div 0''.019$ в зависимости от относительной длины дуги.

7. Заключение. Выполнено динамическое исследование относительного движения широкой пары ADS 7251 в однородной инструментальной системе. Данная работа проводилась на основе классических наблюдений на длинно-фокусном инструменте с привлечением результатов космических наблюдений и сравнением с наземными наблюдениями на больших инструментах. Исследование проводилось на основе однородного ряда многолетних наблюдений, максимально освобожденного от влияния систематических ошибок: использовался один инструмент, по возможности применялся один сорт эмульсии фотопластинок, измерение пластинок производилось на одной измерительной машине. Определена новая орбита с использованием современного значения параллакса Gaia. В связи с разными оценками масс компонентов мы даем два варианта орбиты, отмеченных жирным шрифтом в табл.5. Наблюдения показали хорошую сходимость с положениями Hipparcos и Gaia. Кроме того, вычисленная эфемерида достаточно хорошо согласуется с отдаленными по времени наблюдениями наших предшественников В.Я.Струве и О.В.Струве.

Также показана эффективность разработанного в ГАО метода ПВД, применяемого для определения параметров визуально-двойных звезд, в ряде случаев, с использованием только относительно короткой наблюдательной дуги. Сравнение показало, что при достаточном числе наблюдений в течение одного сезона и продолжением наблюдений в течение многих лет, точность положений на длиннофокусном 65-см рефракторе сопоставима с наблюдениями на больших телескопах. Наблюдения продолжаются, есть возможность для улучшения орбиты на основе однородных наблюдений.

Дальнейшее исследование предполагает более подробное сравнение орбит, а также анализ, относящийся к п.7, 8 *Введения*.

В заключение мы хотим отметить, что наблюдательный материал, полученный в результате многолетних наблюдений в Пулкове и содержащий, кроме положений, также и фотометрические данные об этой звезде, не исчерпан. Имеется ряд наблюдений на пулковском нормальном астрографе. Данные по фотометрии можно использовать для исследования компонентов А и В, являющихся переменными вспыхивающими звездами типа UV Ceti. В связи с этим мы выражаем надежду на дальнейшее использование инструмента в современных научных целях.

Авторы выражают благодарность всем наблюдателям, принимавшим участие в накоплении данных. Работа поддержана грантом РФФИ № 20-02-0563А.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: natalia.shakht@yandex.ru dengorsh@mail.ru

RESEARCH OF THE ADS 7251 DOUBLE STAR BY MEANS OF PULKOVO OBSERVATIONS WITH 65-cm REFRACTOR FROM 1962 TO 2018

N.A.SHAKHT, D.L.GORSHANOV, I.S.IZMAILOV, L.G.ROMANENKO

The paper represents the results of a study of the binary star ADS 7251 (STF 1321), based on a homogeneous series of observations with 65-cm refractor from 1962 to 2018 in Pulkovo. The errors of the average annual position ρ , θ are 0".004 and 0°.02 for photographic and 0".003, 0°.01 for CCD observations. Based on the obtained relative positions and the precise Gaia parallax, a new orbit is calculated. For comparison, we used modern observations of Hipparcos and Gaia, as well as Struve observations of XIX century. The study showed the best convergence with the observations of the past years using Gaia parallax. The errors calculated by O-C are $0".008 \div 0".011$. They are compared with errors obtained for other binary stars close to the Sun, as well as with the corresponding estimates obtained for star rotating around the central body of the Galaxy and observed on Keck and VLT telescopes. The relevance of observations of the components of ADS 7251 A and B as possible parent stars of exoplanets is noted.

Keywords: *binary ADS 7251, GJ 338:orbit:mass:parallax: 61 Cyg, S0-2, S0-102: Galaxy Center*

ЛИТЕРАТУРА

1. A.A.Kiselev, O.V.Kiyaeva, I.S.Izmailov et al., Astron. Rep., **58**, 2, 2014.
2. I.S.Izmailov, E.A.Roshchina, A.A.Kiselev et al., Astron. Lett., **42**, 1, 2016.
3. D.L.Gorshanov, N.A.Shakht, A.A.Kiselev, Astrophysics, **49**, 386, 2006.
4. N.A.Shakht, D.L.Gorshanov, O.O.Vasilkova, Astrophysics, **60**, 507, 2017.

5. *Е.В.Поляков, О.О.Василькова, Д.Л.Горшанов и др.*, *Астрофизика*, **61**, 495, 2018, (*Astrophysics*, **61**, 444, 2018).
6. *N.A.Shakht, D.L.Gorshanov, E.A.Grosheva et al.*, *Astrophysics*, **53**, 111, 2010.
7. *N.A.Shakht, D.L.Gorshanov, O.O.Vasilkova*, *Proc. Symp. 310 IAU*, **104**, 2014.
8. *N.A.Shakht, L.G.Romanenko, D.L.Gorshanov et al.*, *Solar System Research*, **50**, 56, 2016.
9. *E.González-Álvarez, M.R.Zapatero Osorio, J.A.Caballero et al.*, arXiv: 2003.13052v1 [astro-ph.EP], 29 Mar 2020.
10. *J.Kammerer, S.P.Quanz*, *Astron. Astrophys.*, **609**, A4, 2018.
11. *A.W.Mann, E.Gaidos, M.Ansdell*, arXiv:1311.0003v5 [astro-ph.EP], 2014.
12. *K.Chang*, *Astron. J.*, **77**, 759, 1972.
13. *F.G.W.Struve*, *Stellarum duplicium et multiplicium mensurae*, Petropoli, 1837.
14. *O.Struve*, *Pulkova Observations*, **9**, 1878.
15. *J.Agati, L.D.Bonneau, A.Jorissen et al.*, *Astron. Astrophys.*, **574**, A6, 2015.
16. *Gaia Data Release 2*, Gaia Collaboration, 2018.
17. *E.Hog, C.Fabrizius, V.V.Makarov*, *Astron. Astrophys.*, **355**, L27-30, 2000.
18. *J.D.Kirkpatrick, T.J.Henry, D.W.Jr.McCarthy*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **77**, 417, 1991.
19. *D.L.Nidever, G.W.Marcy, R.P.Butler et al.*, *Astrophys. J., Suppl. Ser.*, **141**, 503, 2002.
20. *А.Г.Герасимов, Е.В.Поляков, Ю.Д.Пикин и др.*, "Измерительная техника", **4**, 1994.
21. *V.N.Frolov, Yu.K.Ananievskaya, D.L.Gorshanov et al.*, *Astron. Lett.*, **36**, 338, 2010.
22. *A.A.Kiselev, O.V.Kiyaeva*, *Soviet Astron.*, **24**, 708, 1980, (in Russian).
23. *A.A.Kiselev, L.G.Romanenko*, *Astron. Rep.*, **40**, 795, 1996.
24. *A.A.Kiselev, Yu.N.Gnedin, E.A.Grosheva et al.*, *Astron. Rep.*, **57**, 100, 2007.
25. *J.Hopman*, *Mitt. Der Univ. Sternwarte Wien*, **7**, 101, 1954.
26. *H.U.Güntzel-Lingner*, *Astron. Nachr.*, **282**, 183, 1955.
27. *T.S.Boyajian, K.von Braun, G.van Belle et al.*, *Astrophys. J.*, **757**, 112, 2012.
28. *L.G.Jaime, L.Aguilar, B.Pichardo*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **443**, 260, 2014.
29. *L.Meyer, A.M.Ghez, R.Schödel et al.*, *Science*, **338**, 84, 2, 2012b.
30. *M.Parsa, A.Eckart, B.Shahzamanian et al.*, *Astrophys. J.*, **845**, 22, 2017.
31. *A.M.Chez, S.Salim, N.N.Weinberg*, arXiv: 0808.2870v1 [astro-ph], 2008.

