

База данных двойных звезд BDB

О.Ю. МАЛКОВ,
доктор физико-математических наук
Д.А. КОВАЛЁВА,
кандидат физико-математических наук
П.В. КАЙГОРОДОВ,
кандидат физико-математических наук
Институт астрономии РАН (ИНАСАН)

Двойные и кратные звезды – весьма распространенные астрономические объекты: как минимум, половина звезд в нашей Галактике являются компонентами двойных систем или систем большей кратности (Земля и Вселенная, 1966, № 4). Кроме того, ввиду разнообразия своих наблюдательных проявлений двойные и кратные звезды предоставляют исследователям набор разнообразных данных, позволяющих получать ценную астрофизическую информацию о компонентах таких систем, об их формировании и эволюции. Так, компоненты двойной звезды имеют одинаковый возраст; кроме того, их исходный химический состав был одинаков в момент “рождения”, что делает их идеальной

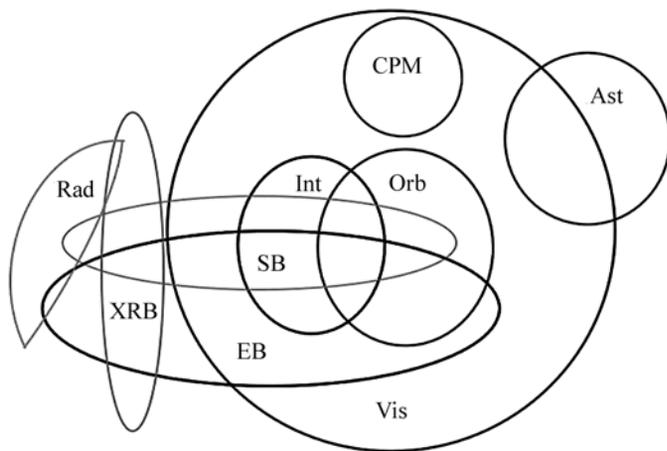
“лабораторией” для проверки эволюционных моделей звезд. Оба компонента двойной звезды находятся на одинаковом расстоянии от Земли, и их излучение испытывает одинаковое влияние межзвездной среды, что весьма важно для определения расстояний и оценки величины межзвездного поглощения. Только для компонентов двойных систем возможно получение точных оценок масс и радиусов звезд. Взаимодействие двойных звезд в процессе эволюции может сопровождаться выделением энергии как на их поверхности, так и в межзвездном пространстве – где возникают аккреционные диски, происходят выбросы плазмы (джеты), ударные волны и другие элементы течения. Однако то

разнообразие наблюдательных проявлений, по которым астрономы обнаруживают двойственность (или кратность) звезд, может и затруднять исследования.

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Свыше ста лет астрономы систематически наблюдают двойные звезды и уже много десятков лет вносят информацию о них в каталоги и базы данных. В зависимости от того, какие наблюдательные проявления двойной звезды позволяют отметить ее как двойную, ее относят к тому или иному типу. Самые распространенные типы двойных звезд: визуальные двойные (компоненты которых могут быть разделены на снимках), интерферометрические (отдельные компоненты

Связи между наблюдательными типами двойных систем. Пересечение фигур иллюстрирует тот факт, что двойная система может принадлежать двум и более наблюдательным типам: Vis – визуальные, CPM – пары с общим собственным движением, Ast – астрометрические, Orb – орбитальные, Int – интерферометрические, SB – спектроскопические, EB – затменные, XRB – рентгеновские, Rad – двойные в радиопулсарах.



которых наблюдаются с использованием интерферометров), затменные (двойственность которых проявляется в виде периодического изменения блеска), спектроскопические (регистрируемые по периодическому смещению спектральных линий) и некоторые другие. Отметим, что большинство каталогов и баз данных, содержащих информацию о параметрах двойных звезд, посвящены звездам одного или немногих близких типов.

Однако наблюдательный тип двойной звезды не является ее однозначной физической характеристикой – он зависит не только от параметров компонентов, но и от расстояния до звезды, от технических характеристик телескопа и его оборудования. Более того, одну и ту же двойную могут наблюдать разными способами, и она может принадлежать к нескольким типам.

Любой отдельно взятый каталог (или база данных двойных звезд) содержит ограниченный набор параметров, которые автор получает. При этом, например, информации, содержащейся в каталоге, посвященном затменным двойным (и, соответственно, получаемой по результатам исследования кривых блеска) может быть недостаточно для определения требуемых параметров (например, масс компонентов некоторой звезды). При этом в другом каталоге, где та же звезда представлена, к примеру, как спектроскопическая двойная, могут содержаться данные об амплитудах лучевых скоростей, позволяющих (совместно с данными первого каталога) вычислить массы.

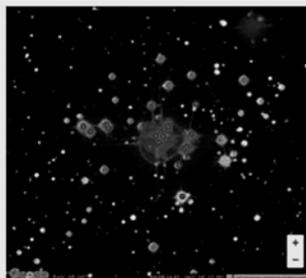
Таким образом, для решения многих задач был бы полезен инструмент, позволяющий находить информацию об

интересующем объекте в двойной или кратной звезде из всех доступных источников. До недавнего времени такого инструмента не существовало.

БАЗА ДАННЫХ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД

В рамках работ по теме “Российская виртуальная обсерватория” и в сотрудничестве с Безансонской обсерваторией Института UTINAM (Франция) в Институте астрономии РАН была создана База данных двойных и кратных звезд – BDB (Binary star Data Base; <http://bdb.inasan.ru>). Целью ее создания стало объединение информации из множества разнородных каталогов двойных и кратных звезд, а также разработка удобного инструмента для работы с данными каталогов.

Для того, чтобы объединить разнообразные данные разнородных



Components (c) and unresolved pairs (p):

IDs	Right Ascension	Proper motion RA (mas/y)	Magnitude	Spectral Type	Velocity amplitude (km/sec)	Systemic radial velocity (km/sec)	Source
46.828							
BSDB J040751.38+621948.4:c3							
SZ Cam A				O9.5V			GCVS
CCDM 04078+6220A, WDS 04078+6220C, SZ Cam A, SBC9 2052A, BSDB J040751.38+621948.4:c3	04 07 51.35 +62 19 59.4						ILB
SBC9 2052A					25.0	7.3	SB9
SBC9 2052A	04 07 51.39 +62 19 48.4						SB9
CCDM 04078+6220A, 03590N6204	04 07 51.44 +62 19 50.3	10.0 28.0	7.0	B			CCDM
SZ Cam A				O9.5V			CEV
WDS 04078+6220C, STF 485	04 07 51.352 +62 19 59.498		13.5				WDS

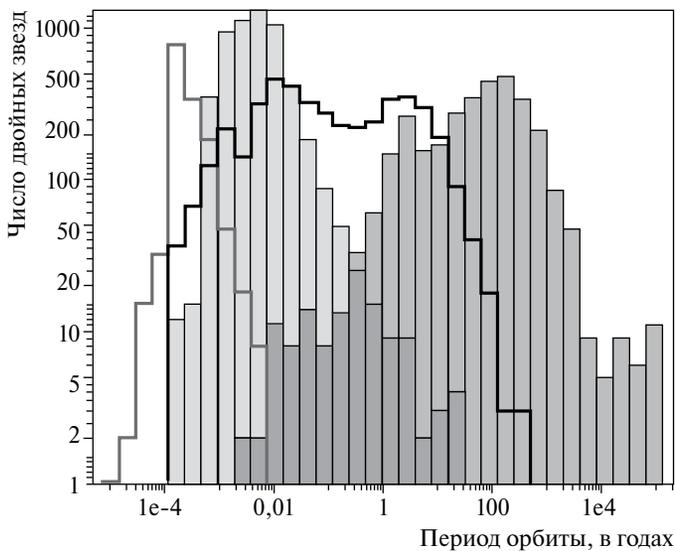
каталогов, потребовалось детально выяснить, каким же объектам какие из них принадлежат. Дело в том, что некоторые наблюдательные характеристики (например, периоды орбит) всегда относятся к двойной звезде как к паре. С другой стороны, приведенные в каталоге небесные координаты могут описывать как положение звезды в целом, так и ее компоненты по отдельности. Если кратная (например, тройная) звездная система является фотометрически неразрешенной, то в каталоге

можно будет найти показатель общего блеска всей системы; для фотометрически разрешенных компонентов показатели блеска будут их индивидуальными характеристиками. Итак, для того, чтобы правильно связать сведения, приведенные для двойных и кратных звезд различных наблюдательных типов в каталогах и базах данных, с объектами, к которым они относятся, авторы: 1) выделили три группы объектов в двойных и кратных системах: компоненты, пары и системы; 2) определили,

Результат запроса к Базе данных двойных и кратных звезд ВДВ для звезды SZ Cam.

какие параметры относятся к каждой из этих групп.

Еще одной проблемой, которую надо было решить, стало обозначение (или идентификация) объектов в двойных и кратных звездах. Разнообразие способов идентификации астрономических объектов связано с историей развития астрономии и с разно-



Гистограмма распределения двойных звезд некоторых наблюдательных типов по периодам орбиты в годах (шкала логарифмическая). Черными контурами отображается распределение по периодам для спектрально-двойных, темно-серая заполненная – орбитальных двойных; бледно-серая заполненная – затменно-двойных; серая контурная – катаклизмических двойных. Хорошо видно, что разные проявления и возможности наблюдения двойственности характерны для разных наблюдательных периодов. Гистограмма построена по данным каталогов двойных звезд, включенным в каталог BDB.

образом самих объектов, способов и целей их изучения. Так, в разных ситуациях для обозначения одной и той же звезды использовали ее принадлежность к созвездию, небесные координаты или номер в каком-либо каталоге. Поскольку количество объектов в каталогах со временем возрастает очень быстро, приходится изыскивать новые, более удобные и универсальные способы обозначения и одновременно стараться совмещать

новые идентификаторы со старыми. Кросс-идентификация астрономических объектов (сопоставление идентификаторов, обнаружение обозначений одного и того же объекта в разных системах обозначений) – важная и часто решаемая задача. Наиболее интересные, популярные и яркие объекты могут иметь до нескольких десятков идентификаторов.

Однако кросс-идентификация двойных и кратных звезд – намного более сложная задача.

Исследователям до сих пор не удавалось изобрести такую систему обозначения компонентов, которая стала бы общепринятой. Если для двойных звезд традиционно добавляли к идентификатору системы в качестве суффиксов буквы А и В, то уже с тройными системами поступали по-разному. В тесных системах, когда оказывалось, что компонент А представляет собой на самом деле двойную звезду, новые два компонента получали обозначения Аа и Аб. Этот принцип, помимо прочего, отражал и тот факт, что кратные системы должны быть иерархическими, иначе они будут динамически нестабильными и просуществуют недолго. Исследователи же широких систем – где компоненты, как правило, наблюдаются по отдельности, а уровни иерархии не очевидны – обозначали вновь открытый компонент буквой С. Аналогично эти принципы распространялись на системы более высокой кратности, например, первая и последняя компоненты 107-кратного визуальных двойных WDS обозначались так: 19062-0453EHR 16AB и 19062-0453JNN10AG. Обе эти схемы неидеальны. Например, по мере открытия новых компонентов появляются трудно форматируемые обо-

значения типа Aa1, а в не-иерархических системах особенно высокой кратности (которые некоторые исследователи, впрочем, предпочитают называть, скорее, скоплениями) не хватает букв латинского алфавита.

Еще одной, дополнительной трудностью, присущей даже двойным системам, является порядок присвоения букв А (главному) и В (вторичному) компонентам, точнее – неоднозначность ответа на вопрос, какой компонент в паре является главным. Для исследователей визуально-двойных звезд это – более яркий компонент, для исследователей переменных звезд – более горячий. Оставим в стороне вопрос о порядке присвоения букв в парах с компонентами одинаковой яркости, а также то обстоятельство, что в разных фильтрах относительная яркость компонентов может быть разной. При моделировании тесных двойных систем принято считать главным компонентом более массивную на сегодняшний день звезду, а с точки зрения звездной эволюции, главный компонент – изначально более массивная звезда (из-за переноса массы в системе в процессе эволюции это могут быть разные компоненты). С точки зрения кинематики двойной системы, главный

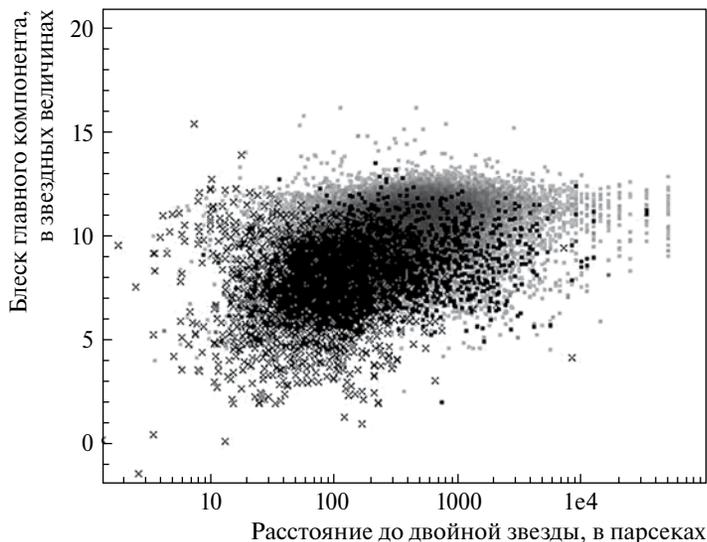
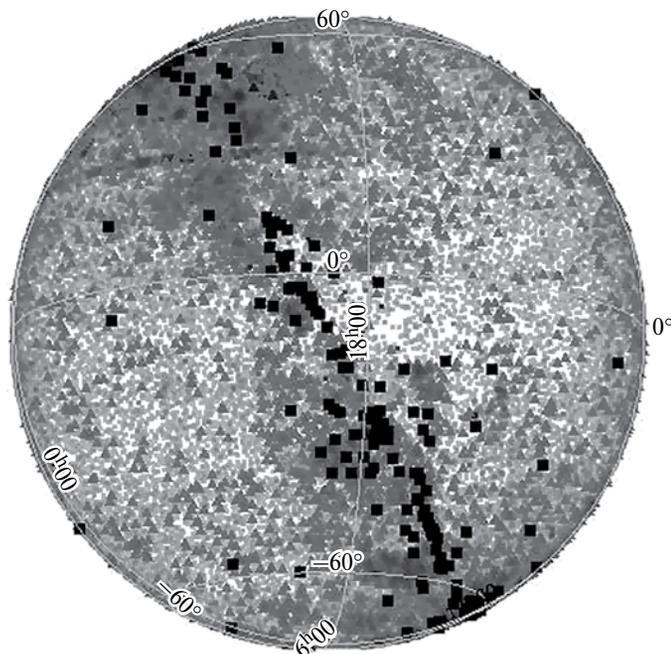


Диаграмма распределения блеска главного компонента – расстояние до двойной звезды в парсеках (в логарифмической шкале) для некоторых наблюдательных типов звезд (по данным каталогов, входящих в BDB): бледно-серыми точками обозначены визуально-двойные; крестиками – орбитальные; черными точками – спектрально-двойные звезды. Видно, что в среднем орбитальные и спектрально-двойные звезды ярче и ближе, тогда как визуальные двойные могут наблюдаться на больших расстояниях и иметь слабый блеск. Это связано с различиями в методе обнаружения двойственности и в технике наблюдений.

компонент – меньший по массе. Наконец, существуют задачи, для которых удобно считать главным компонентом больший по размерам. Все эти обстоятельства приводят к тому, что компоненты (и сами системы) двойных и кратных звезд получают в различных каталогах весьма различные обозначения, присваиваемые им в соответствии с различными схемами.

Для того, чтобы правильно “связывать” характеристики объектов

с объектами, к которым они относятся, потребовалось провести полное кросс-отождествление всех двойных и кратных звезд в используемых каталогах. Нами был создан каталог всех основных обозначений известных к настоящему времени объектов в двойных и кратных системах, учитывая наблюдательные характеристики: ведь одни идентификаторы могут относиться к компонентам, другие – к парам, третьи – к системам



Карта небесной сферы, на которой показано распределение двойных звезд некоторых наблюдательных типов: бледно-серые точки – визуально-двойные; серые треугольники – затменно-двойные; черные квадраты – рентгеновские двойные. Наибольшее число звезд тяготеет к плоскости галактики; особенно ярко эта концентрация видна для относительно немногочисленных рентгеновских двойных.

в целом. Каталог мы назвали ILB (Identification List of Binaries – список идентификаторов двойных звезд); он растет и развивается, во-первых, за счет открытия новых двойных звезд и новых компонентов; во-вторых, за счет добавления новых систем идентификации. В основном его создание завершено. Каталог ILB является основой, с помощью которой в каталоге BDB данные корректно связываются с объектами, которые они описывают. Объединение данных

каталогов звезд различных наблюдательных типов позволяет исследовать двойные звезды с орбитальными периодами в диапазоне более чем восьми порядков: от долей часа до тысяч и десятков тысяч лет.

Сегодня база данных BDB содержит данные всех основных каталогов двойных и кратных звезд для 110 тыс. звездных систем всех наблюдательных типов (с кратностью от 2 и выше). Сделать запрос в BDB можно по идентификатору объекта, либо по параметрам – по

координатам, звездным величинам, спектральным классам, орбитальным характеристикам.

На запрос о любом объекте в составе двойной или кратной системы (это может быть система в целом, пара или компонент) пользователь BDB получает список идентификаторов и “связанных” объектов (и относящихся к ним данных). При этом соответствующая двойная или кратная звезда одновременно визуализируется при помощи схемы расположения компонентов, нанесенной на фон Google Sky (<http://www.google.com/sky/>). Это позволяет при необходимости уточнить взаимное расположение компонентов. Просмотрев список данных, имеющих в каталогах для запрошенной звезды, пользователь может перейти непосредственно к посвященным ей записям в оригинальных каталогах.

Несмотря на распространенность двойных и кратных звезд и на огромный интерес, представляющий их изучение для решения многих важных астрономических задач, до недавнего времени относившиеся к ним астрономические данные, накопленные в многочисленных каталогах и базах данных, не могли использоваться комплексно. Трудность автоматического сбора и обработки характери-

стик двойных и кратных звездах была связана с разнородностью данных о них и отсутствием единой системы идентификации объектов в таких звездах. Авторы ре-

шают эти проблемы в рамках создания Базы данных двойных и кратных звезд BDB. Этот международный проект развивается в русле идей Виртуальной

обсерватории и является первым специализированным инструментом для работы с информацией о двойных и кратных звездах.

НОВЫЕ КНИГИ

Как получали имена созвездия

Недавно вышла книга Ричарда Аллена “Звезды. Легенды и научные факты о происхождении астрономических имен” (перевод с англ. Е. В. Ломановой), М.: Центрполиграф, 2016 г. Это – необычная книга для тех, кто интересуется красотой и чудесами звездного неба. Изучив труды древних авторов, автор написал увлекательную историю о том, как люди разных культур давали имена созвездиям; как в течение многих веков их описывали в литературе и какими они представлялись в устных преданиях; о том, какие невероятные ассоциации вызывали звезды у античных народов. На ее



страницах рассказывается о том, как появились солнечный и лунный зодиаки, что сказано о звездах в Библии и в других священных книгах, в поэзии и прозе.

Книга разбита на четыре части: “Солнечный зодиак”, “Лунные дома”, “Созвездия”, “Галактика. Млечный Путь”.

В предисловии автор пишет: *“Эта книга предназначена не для профессиональных астрономов, которых, как правило, мало интересуют древние обозначения предмета их исследований – в своей работе они предпочитают буквы, цифры и круги. Тем не менее, многие великие ученые считали, что вопрос о происхождении названий звезд заслуживает их внимания, они уделили много времени исследованию проблемы названий звезд: ...по сути своей, исследованию созвездий, а изучать их историю стоит уже потому, что во все времена дух человеческий занимался вопросом, который представляет для него самый главный интерес, – усыпанное звездами небо”.*

Книга рассчитана на всех, кто интересуется астрономией.