

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ КОМПОНЕНТ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД

Н.А. КОЗЫРЕВ

Проведена дискуссия наблюдательного материала по основным характеристикам – светимость, масса, радиус – компонент визуальных и затменных двойных звезд. Показано, что в звездных парах менее массивное тело – спутник – является звездой с аномальной светимостью. Спектральный тип спутника, светимость, а следовательно, и радиус приближаются к соответствующим характеристикам главной звезды. Это обстоятельство нельзя объяснить ни эволюционным развитием пары, ни особенностями начальных условий объединения. Сходство звезд получается благодаря влиянию главной звезды на спутник за время их совместного существования. Таким образом, двойные звезды являются астрономическим примером возможности воздействий одной системы на другую не через силовые поля, а происходящими в них необратимыми процессами через изменение свойств времени.

Произведенные Леонардом [1] (Ликская обсерватория) исследования спектров визуально-двойных звезд и разносторонние статистические исследования Г.А. Шайна [2] (Пулково) привели этих авторов к заключению, что звезды, составляющие двойную систему, не имеют резких различий с обычными, одиночными звездами. Этот вывод о тождественности двойных и одиночных звезд прочно входил в астрономическую литературу. Однако в последнее время возникли некоторые сомнения в его правильности. Сейчас мы располагаем значительно большим числом более точных характеристик двойных звезд. С другой стороны, стала более ясной физическая интерпретация этих характеристик. Поэтому этот весьма интересный и глубокий вопрос следует пересмотреть заново.

Будем рассматривать следующие основные характеристики звезд: светимость L , радиус R и массу M . С помощью этих характеристик могут быть рассчитаны физические условия внутри звезд. Например, производительность энергии единицей массы звездной материи ε и плотность ρ в центре звезд должны быть пропорциональными:

$$\varepsilon \sim L/M, \quad \rho \sim M/R^3. \quad (1)$$

Для обычных звезд, состоящих из идеального, невырожденного газа, температура или плотность лучистой энергии B определяются выражениями

$$T \sim \mu M/R, \quad B \sim \mu^4 M^4/R^4, \quad (2)$$

где μ – средний молекулярный вес газа.

В этих формулах безразмерные коэффициенты пропорциональности зависят от структуры звезды. При одинаковых структурах и одинаковом химическом составе с Солнцем физические условия в звездах по отношению к Солнцу будут определяться следующими простыми выражениями:

$$\bar{\varepsilon} = \bar{L}/\bar{M}, \quad \bar{\rho} = \bar{M}/\bar{R}^3, \quad \bar{T} = \bar{M}/\bar{R}, \quad \bar{B} = \bar{M}^4/\bar{R}^4. \quad (3)$$

Здесь чертой сверху обозначены характеристики звезд, взятые по отношению к соответствующим характеристикам Солнца. Реальные звезды безусловно не образуют гомологического ряда. Но даже для многих разнообразных моделей интересующие нас структурные коэффициенты не должны сильно различаться, как это было подробно показано в первой части нашего исследования по внутреннему строению звезд [3]. Вообще говоря, только в исключительных случаях безразмерный коэффициент в физической формуле может принципиально изменить результат. Обычно же результат можно оценивать правильно без точного решения уравнений задачи, т.е. без учета влияний безразмерных коэффициентов. Лишь настойчивое желание найти в физическом строении звезд подтверждение гипотезы термоядерных источников звездной энергии могло заставить теоретиков изыскивать исключительные структуры звезд с исключительными структурными коэффициентами. С

точки зрения же объективной позиции следует полагать, что формулы (3), точные для гомологических конфигураций, должны давать приблизительно правильные результаты и для реальных звезд.

Во второй части упомянутой работы по внутреннему строению звезд [4] воспроизведена диаграмма, рассчитанная по формулам (3), показывающая распределение звезд в плоскости $(\lg \bar{\rho}, \lg \bar{B})$. На этой диаграмме выделяется некоторое основное направление, около которого группируются звезды в громадном диапазоне состояний: последовательность гигантов, средняя часть главной последовательности и субкарлики типа А. Это направление удивительно точно идет под углом 45° и, следовательно, отвечает условию $\bar{B} \sim \bar{\rho}$. На основном направлении существует точка (звезды F4 главной последовательности), вокруг которой звезды разбросаны на большие расстояния, чем обычно, и здесь их особенно много. Таким образом, в плоскости $(\lg \bar{\rho}, \lg \bar{B})$ главная последовательность представляется кругом, что говорит просто о возможности большой дисперсии около некоторой точки на основном направлении. При переходе от нашей плоскости к обычной плоскости диаграммы Рессела-Герцшпрунга круг деформируется в сильно вытянутый эллипс. Получается впечатление группировки звезд вдоль прямой – большой оси эллипса. В плоскости (m_b, x) , где m_b – абсолютная болометрическая звездная величина, $x = 10 \lg T_{ef}$, отношение осей эллипса оказывается порядка 1:9, а угловой коэффициент большой оси равен $-1,58$. Согласно П.П. Паренаго [5] угловой коэффициент главной последовательности в этой плоскости равен $-1,62$, что удивительно согласуется с вычисленным нами значением. Таким образом, направление главной последовательности едва ли имеет физический смысл и получается просто из-за вытягивания масштабов, которыми пользуются в наблюдательной астрофизике.

Обратимся теперь к двойным звездам. Соединим отрезком прямой компоненты двойных звезд в плоскости $(\lg \bar{\rho}, \lg \bar{B})$. Тогда, определив наклон этих отрезков, можно построить в нашей плоскости полярную диаграмму, на которой длина радиуса-вектора пропорциональна числу пар, имеющих данное направление в некотором интервале углов. При случайном объединении в пары звезд круга главной последовательности должно получиться хаотическое распределение направлений. Значит, в этом случае полярная диаграмма должна выглядеть полуокружностью. При случайном же объединении со звездами основного направления на полярной диаграмме должна образоваться вытянутость в направлении $\bar{B} \sim \bar{\rho}$, т.е. под углом 45° . Этот наш прогноз совершенно не подтверждается фактическим материалом.

Для визуально двойных звезд нами был использован каталог П.П. Паренаго и А.Г. Масевич [6], для затменных двойных – результаты ре-визии Н.И. Чудовичева. Эти каталоги дают наиболее полную и тщательно изученную сводку двойных звезд с известными M , R и L . Всего оказалось 60 пар, для которых можно было уверенно рассчитать наклон отрезков полярной диаграммы. Из них лишь 12 пар являются визуально-двойными. На рис. 1 показана полярная диаграмма, вычисленная по этому материалу. Интересно, что для взятых отдельно визуально-двойных систем получилось распределение (показан-

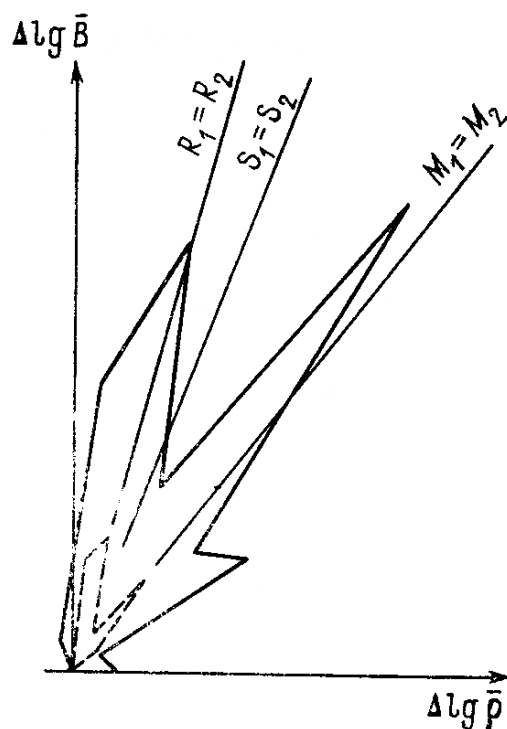


Рис. 1. Полярная диаграмма связи между физическими условиями внутри компонент двойных звезд (визуальных и затменных).

Пунктиром показана диаграмма, построенная только по визуально-двойным системам. По осям координат отложены десятичные логарифмы плотности материи и плотности лучистой энергии.

ное пунктиром), подобное общему распределению, в котором наибольшую роль играют спектрально-двойные (затменные переменные) звезды.

Рис. 1 совершенно отчетливо показывает, что объединение звезд в пары не случайно, а накладывает некоторую зависимость на физические условия внутри звезд. Такая зависимость могла бы возникнуть, например, при образовании пары путем разрыва некоторой первоначальной звезды. При этом процессе энергия звезд может измениться только за счет излучения с поверхности. Но эти потери ничтожны в сравнении с полным запасом энергии звезд. Поэтому процесс разрыва должен происходить адиабатически, т.е. при сохранении удельной энтропии. Значит, в компонентах пары за время их перестройки, т.е. за время шкалы Гельмгольца-Кельвина, должно сохраняться равенство удельных энтропий звезд пары ($s_1 = s_2$). Следовательно, для звезд из идеального газа должно выполняться условие

$$\rho_1/\rho_2 = (T_1/T_2)^{3/2}, \text{ или } \Delta \lg B = (8/3) \Delta \lg r. \quad (4)$$

Эта прямая постоянной энтропии с угловым коэффициентом 8/3 показана на рис. 1. Она не совпадает ни с одним из двух «потоков» на диаграмме, а проходит между ними. Значит, распределение направлений компонент пар не подтверждает зависимости (4). Если двойные звезды и образовались путем разрыва первоначальной звезды, то время, прошедшее с тех пор, больше шкалы времени Гельмгольца-Кельвина, например для звезд типа Солнца больше десятков миллионов лет. Положение двух максимумов – двух «потоков» диаграммы (рис. 1) – отвечает условиям $\rho \sim T$ и $\rho \sim T^3$. Эти соотношения вряд ли имеют физический смысл. Согласно же формулам (3) первое соотношение равносильно условию $R_1 = R_2$, а второе $M_1 = M_2$. Поэтому найденное распределение просто означает, что чаще всего встречаются пары с одинаковыми массами компонент или с одинаковыми радиусами. Следовательно, эту диаграмму имеет смысл перестроить на обычную плоскость величин M и R . В результате получена диаграмма с осями координат $\Delta \lg R = \lg(R_1/R_2)$, $\Delta \lg M = \lg(M_1/M_2)$ и при условии $M_1 \geq M_2$ (рис. 2). На этой диаграмме каждой двойной звезде отвечает определенная точка. Главная последовательность и последовательность гигантов изображены соответствующими прямыми. Направление главной последовательности определено по каталогам Паренаго-Масевич и Чудовичева: $M \sim RT^{0.7}$. Диаграмма на рис. 2 показывает, что звезды действительно не следуют этим наиболее вероятным направлениям, а отклоняются от них в сторону малых различий радиусов при больших $\Delta \lg M$ и малых различий $\Delta \lg R$ при больших различиях в радиусах.

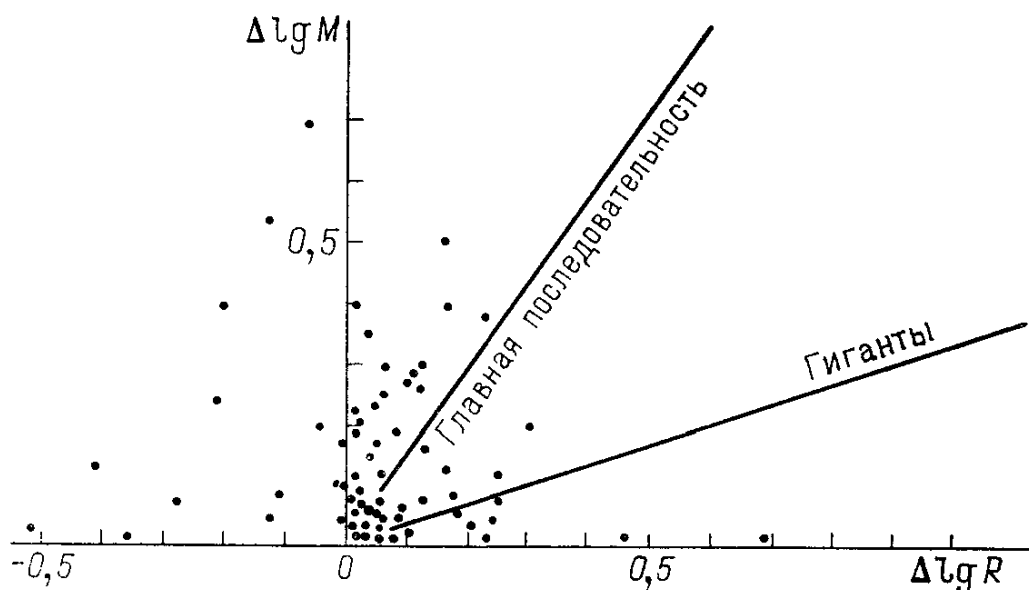


Рис. 2. Диаграмма зависимости разностей логарифмов масс компонент двойных звезд ($\Delta \lg M$) и разностей логарифмов их радиусов ($\Delta \lg R$).

Обратимся теперь к третьей основной характеристике звезд – их светимости L . Исследуем сначала зависимость светимости от радиуса для компонент двойных звезд. Эта задача равносильна вопросу о распределении направлений компонент двойных звезд на диаграмме Рессела-Герцшпрунга. Для решения данной задачи достаточно знать спектральные типы компонент и их видимые звездные величины. Поэтому здесь может быть использован значительно более обширный материал. По каталогу Леонарда [1] для 238 пар визуально-двойных звезд были вычислены болометрические поправки и определены разности болометрических звездных величин компонент пары Δm_b . Определив далее по спектральным типам эффективные температуры компонент T_{ef} , можно было вычислить $\Delta \lg R$ по формуле

$$5\Delta \lg R = -\Delta m_b - 10\Delta \lg T_{ef}. \quad (5)$$

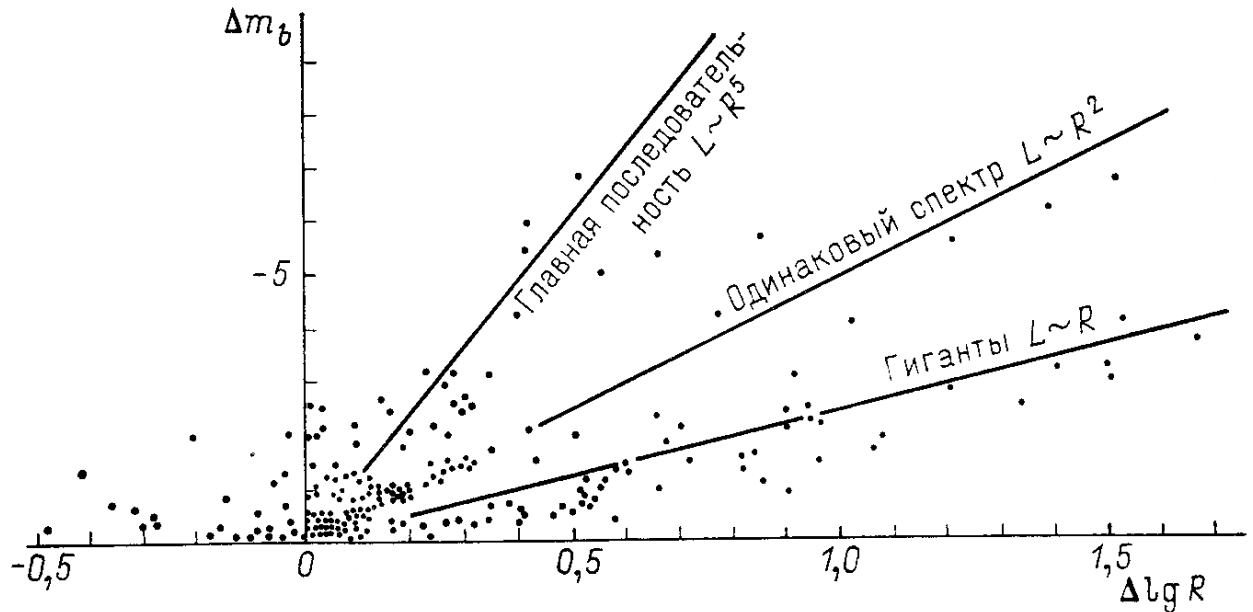


Рис. 3. Диаграмма зависимости разностей болометрических звездных величин компонент двойных звезд (Δm_b) и разностей логарифмов их радиусов ($\Delta \lg R$).

Результат произведенных вычислений показан на диаграмме (рис. 3). Осями координат этой диаграммы являются $\Delta \lg R$ и Δm_b . Каждой двойной звезде соответствует точка, нанесенная при условии $m_{b1} \leq m_{b2}$, означаящем, что более слабый компонент всегда находится в начале координат. Прямыми линиями на диаграмме показаны направления главной последовательности $L \sim R^5$, гигантов $L \sim R$ и одинаковых спектров звезд $L \sim R^2$. Вероятность открытия пары, в которой объединены гигант и звезда главной последовательности, мала из-за большого различия их яркостей. Поэтому при случайном объединении звезд в пары направления главной последовательности и гигантов должны быть выражены наиболее отчетливо. На самом же деле большое число звезд группируется около направления одинакового спектра. Этот поразительный результат нельзя никак отнести за счет статистической селекции. Действительно, вероятность открытия двойных звезд и их исследования не может зависеть от спектрального типа компонент. Поэтому преимущественное объединение в пары звезд одинакового спектрального типа, т.е. звезд с одинаковой плотностью потока лучистой энергии, является реальной особенностью двойных систем. Совершенно похожее распределение дает, как показывает диаграмма на рис. 4, и значительно более ограниченный материал, взятый из использованных нами ранее каталогов Паренаго-Масевич и Чудовичева. Аналогичные распределения получаются и при разделении материала по спектрам на две группы – позднее и раннее G0. Можно отметить только одно обстоятельство, что для звезд ранних спектральных типов направление одинаковых спектров выражено еще более отчетливо, чем для поздних.

Прямым следствием рассмотренных нами диаграмм «масса-радиус» ($\Delta \lg M$, $\Delta \lg R$)

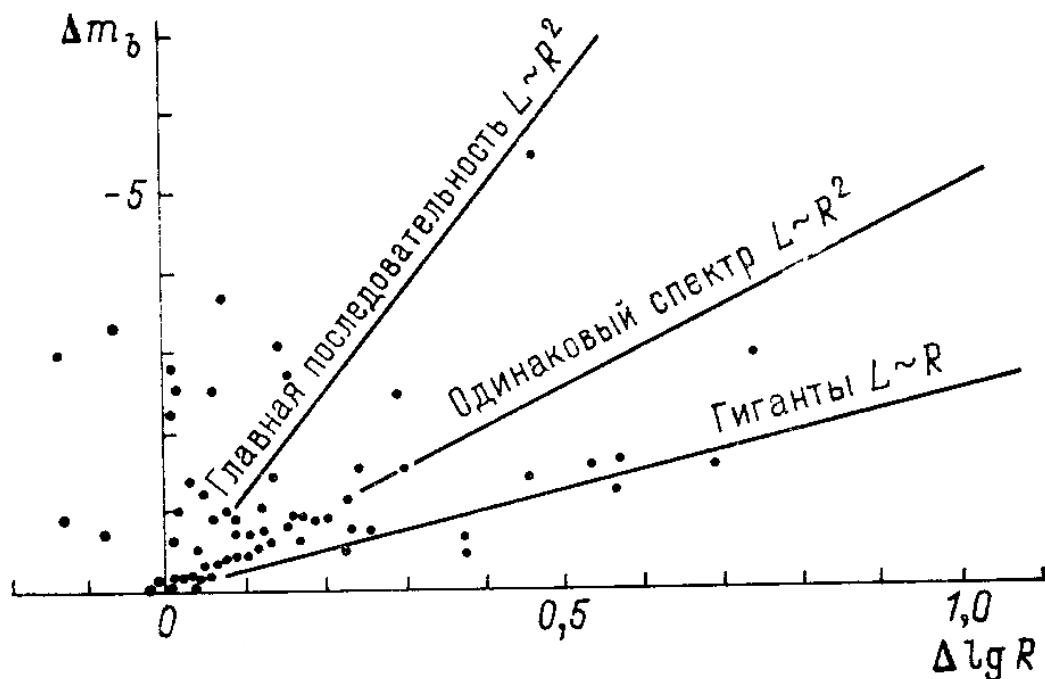


Рис. 4. Диаграмма $(\Delta m_b, \Delta \lg R)$, построенная только по звездам с известными массами и параллаксами.

и «светимость-радиус» $(\Delta \lg L, \Delta \lg R)$ должна быть диаграмма зависимости «масса-светимость» $(\Delta \lg M, \Delta \lg L)$. Первая из этих диаграмм показывает, что при больших различиях в массах компоненты двойных систем мало отличаются радиусами. Из второй диаграммы следует, что различие яркостей компонент зависит от различий радиусов с невысоким показателем степени: 2 – для звезд одинакового спектрального типа и 1 – для направления гигантов. Поэтому при большом различии масс не должно быть большого различия светимостей. Прямое построение соответствующей диаграммы (рис. 5) полностью подтверждает это заключение. Осями координат диаграммы являются $-\Delta m_b$ и $\Delta \lg M$. Точками отмечены двойные системы с компонентами одинакового спектрального типа, а кружками все другие системы. Диаграмма построена при условии $\Delta \lg M \geq 0$. Прямая линия изображает хорошо известную зависимость $L \sim M^3$, которой следуют звезды, входящие в разные двойные системы, т.е. при отсутствии физической связи между ними. Под углом 45° должно проходить направление $L \sim M^4$. Как видно из этой диаграммы, компоненты двойных систем совершенно не следуют этим направлениям, а действительно показывают малые различия яркостей при большом различии в массах.

Соотношение «масса-светимость» является фундаментальным соотношением наблюдательной и теоретической астрофизики. Оно определяется условиями передачи энергии из недр звезды наружу. Поэтому нарушение этого соотношения говорит о том, что отмеченные выше особенности физических свойств компонент двойных систем вызваны не специальным отбором звезд при их объединении, а нарушением обычных условий рав-

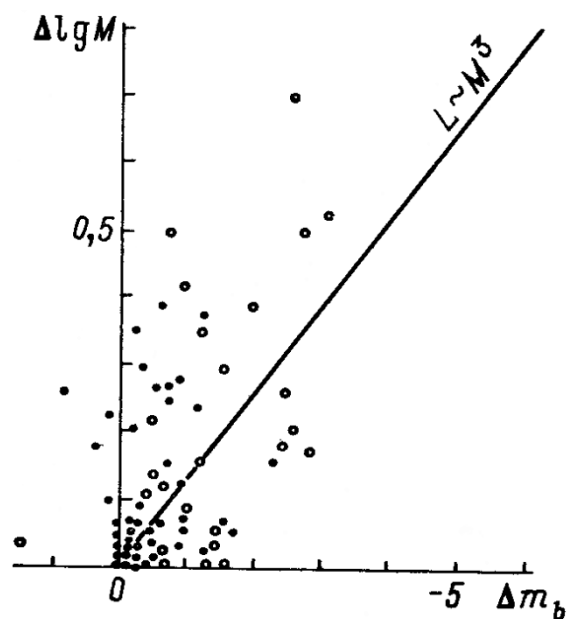


Рис. 5. Диаграмма зависимости разностей болометрических звездных величин компонент двойных звезд (Δm_b) и разностей логарифмов их масс $(\Delta \lg M)$.

Точками указаны пары с близкими спектрами у компонент, кружками – все остальные пары.

новесия при их совместном существовании. Для обоснования этого заключения рассмотрим подробнее соотношение «масса-светимость» звезд.

На диаграмме рис. 5 вблизи начала координат группируются звезды только одного спектрального типа. Значит, при одинаковых массах и радиусах одинаковы и светимости звезд. Это обстоятельство справедливо не только для компонент двойных звезд. Выбрав звезду некоторой светимости с любыми массой и радиусом, можно утверждать, что всякая звезда с теми же массой и радиусом будет иметь и ту же светимость. Отсюда следует, что светимость является однозначной функцией массы и радиуса. В эту зависимость радиус входит лишь в слабой степени, как это следует и из теоретических соображений при передаче тепла из недр звезды путем лучеиспускания. Обычно учет этого влияния радиуса производится путем построения не сильно отличающихся друг от друга зависимостей «масса-светимость» для различных групп звезд на диаграмме Рессела-Герцшпрунга. С теоретической же точки зрения весьма важно установить, существует ли действительно единая зависимость «светимость-масса-радиус».

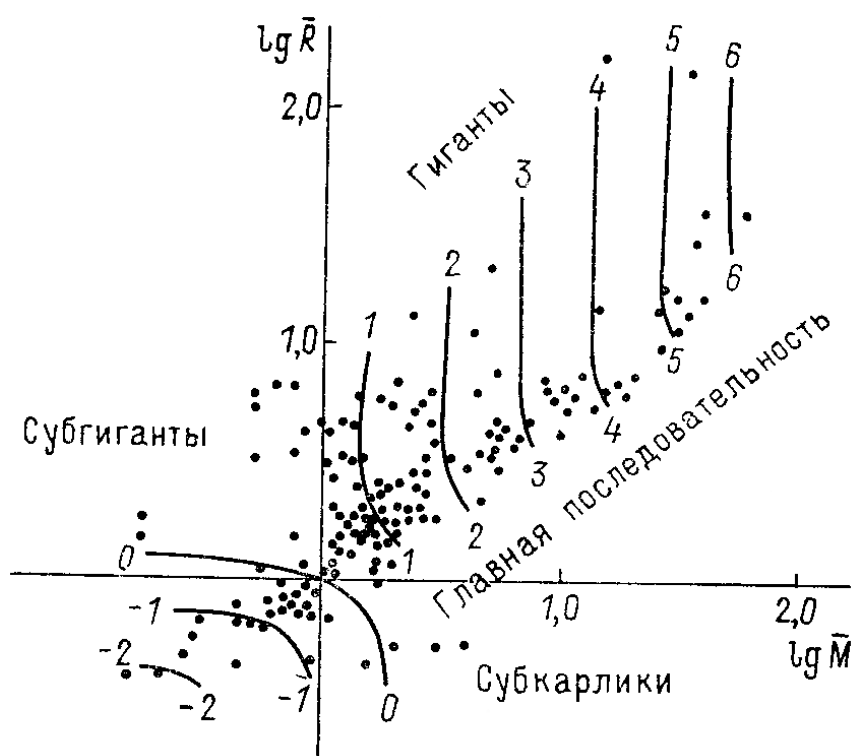


Рис. 6. Диаграмма зависимости $L(M, R)$.

Все величины даны в десятичных логарифмах. Изображенные линии представляют собой «изофоты» - линии постоянной светимости.

В нашей работе по внутреннему строению звезд [4] приведена диаграмма, показывающая, что производительность источников звездной энергии ϵ является однозначной функцией физических условий внутри звезд – ρ и B . По формулам (3) отсюда следует, что и L должно быть однозначной функцией M и R . Поскольку речь идет о статистическом материале, такое заключение должно быть проверено непосредственным построением диаграммы $\bar{L}(\bar{M}, \bar{R})$. Эта диаграмма, построенная по каталогам Паренаго-Масевич, Чудовичева, изображена на рис. 6. Звезды показаны точками. Этим точкам были приписаны соответствующие светимости, позволившие провести изображенные с десятикратным интервалом логарифма «изофоты» – линии одинаковых светимостей. Для упрощения чертежа индивидуальные светимости звезд не показаны. Дисперсия значительна и того же порядка, как на диаграмме $\epsilon(\rho, B)$ цитированной выше работы, где написаны индивидуальные значения точек. Построенная поверхность $\bar{L}(\bar{M}, \bar{R})$ обладает удивительной симметрией. Центром симметрии являются звезды спектрального типа F4 главной последовательности. Это обстоятельство подчеркивает хорошо известное разделение здесь главной по-

следовательности на две части с принципиально отличными физическими и кинематическими характеристиками звезд. Для гигантов изофоты диаграммы идут параллельно оси ординат. Следовательно, для гигантов строго выполняется соотношение «масса-светимость». Интервалы между изофотами приблизительно равны, и им соответствует зависимость $L \sim M^{3,2}$. Наиболее сильная зависимость светимости от радиуса получается у звезд поздних спектральных типов главной последовательности.

Выясним теперь, какие двойные системы и какие из их компонент дают наибольшие отклонения от средней зависимости $\bar{L}(\bar{M}, \bar{R})$ диаграммы на рис. 6, построенной по всему материалу. Обозначим через Δ_L разность логарифмов наблюдаемой светимости и вычисленной по диаграмме $\Delta_L = \lg \bar{L}_0 - \lg \bar{L}_C$. Для двойных звезд с компонентами одинаковых масс и одинаковых радиусов среднее отклонение $\bar{\Delta}_L = \frac{\sum \Delta_L}{n} = 0,00$. Среднее квадратичное отклонение, характеризующее точность нашей диаграммы, получается равным 0,25. Для компонент одинаковых масс, но разных радиусов среднее отклонение $\bar{\Delta}_L$ получается также близким к нулю и равным +0,03 как для компонент больших, так и малых радиусов. Иную картину дают двойные системы с компонентами разных масс. Для главных, массивных звезд системы среднее отклонение по-прежнему невелико $\bar{\Delta}_L = +0,07$, но для их спутников получается весьма существенное отклонение: $\bar{\Delta}_L = +0,33$. Особенно подчеркивается это обстоятельство для двойных систем спектральных типов, более ранних, чем F4. Для таких систем у главных звезд $\bar{\Delta}_L = +0,08$, а у их спутников $\bar{\Delta}_L = +0,47$. Теперь мы можем утверждать, что особенность диаграммы на рис. 5, показывающей небольшие различия светимостей при больших различиях в массах компонент двойных систем, происходит из-за аномально высокой светимости у компонент малой массы. Если бы этот компонент образовывал пару с равной ему по массе звездой, он бы имел нормальную светимость, соответствующую зависимости $\bar{L}(\bar{M}, \bar{R})$. Остается заключить, что главная звезда воздействует на спутник. В результате их длительного сосуществования спутник выходит из обычного состояния равновесия и начинает по ряду физических свойств приближаться к свойствам главной звезды. Отсюда и получают отмеченные выше особенности диаграмм на рис. 2, 3, 5. Интересно, что оси распределения звезд на диаграммах рис. 2, 5 не совпадают с осью ординат, а сдвинуты вправо, т.е. в сторону указанных там направлений обычного состояния звезд. Это обстоятельство находится в полном соответствии с нашим заключением о том, что особенности спутника вызваны лишь отклонением его от нормального состояния в сторону сближения с характеристиками главной звезды. Симметричное же расположение звезд относительно линии одинаковых спектров диаграмм на рис. 3 связано, вероятно, с тем, что это направление находится между направлениями обычного состояния звезд – главной последовательности и гигантов. Рассмотренные статистические данные позволяют еще заключить, что влияние главной звезды на спутник проявляется одинаковым образом, как у близких друг к другу спектрально-двойных звезд, так и у разделенных большим расстоянием визуально-двойных.

Вероятно, в последнем случае требуется только более длительное время для осуществления этого влияния. В заключение проведенной нами дискуссии наблюдательного материала формулируем вытекающие из нее выводы.

1. В двойных системах, у которых массы компонент одинаковы ($M_1 = M_2$), не замечается никаких особенностей в наблюдаемых характеристиках L и R этих компонент. Показанная диаграммами на рис. 1 и 2 возможность различий радиусов при малых различиях масс указывает на возможность существенных различий и в их спектральных типах.

2. При объединении звезд с разными массами происходит изменение характеристик L_2 и R_2 менее массивного компонента ($M_2 < M_1$):

а) спектральный тип спутника выравнивается со спектральным типом главной звезды;

б) радиус спутника приближается к радиусу главной звезды;
из этих обстоятельств вытекает:

в) яркость спутника сближается с яркостью главной звезды.

3. Перечисленные закономерности выявляются более отчетливо у звезд ранних типов и существуют в равной мере как у визуальных, так и у спектральных двойных затменных переменных.

Очевидно, в физически связанных парах происходит влияние одной звезды на другую. Это влияние в наиболее сильной степени сказывается на менее массивном компоненте, хотя, вероятно, существует и обратное влияние его на главную звезду. С увеличением массы спутника, естественно, может увеличиваться и его сопротивляемость влиянию главной звезды. Тогда при равных массах эффект влияния будет иметь минимальное значение и может не обнаруживаться статистическим исследованием.

При таких больших расстояниях между компонентами, как в визуально-двойных системах, разумеется, совершенно невозможно воздействие этих звезд друг на друга ни гравитационным, ни любым другим полем, ни потоком лучистой энергии. Также невозможно объяснить выравнивание свойств звезд двойной системы их эволюцией. Не говоря уже о том, что при своем развитии звезды должны оставаться на поверхности $\bar{L}(\bar{M}, \bar{R})$, эволюционное выравнивание может происходить в основном за счет более скорого уменьшения светимости главной звезды и уж никак не за счет увеличения светимости спутника. С точки зрения гипотезы термоядерных источников звездной энергии уже сам по себе факт преимущественного объединения звезд с одинаковым спектром едва ли можно объяснить даже при самых неправдоподобных предположениях о различии начального химического состава звезд.

Существование поверхности $\bar{L}(\bar{M}, \bar{R})$ или ей равносильной $\bar{\epsilon}(\bar{\rho}, \bar{V})$ является очень серьезным доводом против гипотезы ядерных источников звездной энергии. Такая поверхность была бы при саморегулировании процесса излучения, например при остывании звезд, т.е. при отдаче ранее запасенной энергии. Этот вывод об отсутствии в звездах специальных источников энергии, которые не зависят от процессов теплопередачи, был подробно обоснован в наших работах по внутреннему строению звезд [4]. Получается, что проблема свечения звезд является частным случаем общей проблемы – почему во Вселенной отсутствуют равновесные состояния. Если во Вселенной действует принцип недостижимости равновесных состояний, то это означает существование всегда и при всех обстоятельствах различия будущего от прошедшего. Если это различие реально и течение времени является объективным физическим свойством времени, то оно должно проявляться воздействием на материальные системы. Это воздействие будет препятствовать осуществлению равновесных состояний, при которых нет отличия будущего от прошедшего, т.е. нет течения времени. Препятствуя звездам перейти в равновесное состояние, течение времени будет источником их энергии. Время нельзя рассматривать оторванно от материи. Все процессы, происходящие в материальных системах Вселенной, являются источниками, питающими общий поток времени, который в свою очередь действует на материальные системы. Поэтому следует ожидать существования связи между системами и возможности воздействия одной системы на другую через время. Возможность таких воздействий, разумеется, должна быть в пространстве ограничена некоторым расстоянием. Тогда отмеченные сходства компонент двойных систем должны получиться из-за воздействия процессов одной звезды на процессы в другой через время при больших сроках их сосуществования и сравнительно небольших расстояниях между ними.

Серьезное обоснование вышеизложенной концепции о материальных свойствах времени может дать только физический эксперимент земной лаборатории. Работа, проведенная нами в этом направлении, состояла из следующих этапов [7].

1. Принцип причинности позволяет определить ход времени, т.е. темп течения времени как скорость превращения причины в следствие. Требование независимости этого определения от систем счета времени и пространства устанавливает, что ход времени представляет собой псевдоскаляр, имеющий размерность скорости. Следовательно, ход времени имеет свойства линейной скорости поворота. Поэтому можно ожидать, что в

причинных связях между покоящимся и вращающимся телом к обычному ходу времени c_2 будет добавляться линейная скорость вращения тела u . В результате могут появиться дополнительные силы, направленные по оси вращения, составляющие долю u/c_2 от обычных сил, действующих в системе. Опыты, проведенные с гироскопами, действительно показали появление этих дополнительных сил и позволили определить величину $c_2 = +700$ км/с в левой системе координат. В этих опытах для получения причинной связи необходимо было вводить в систему некоторый необратимый процесс. Дальнейшие опыты удалось значительно упростить, применяя неподвижные тела, но используя вращение Земли. Дело в том, что вес тела складывается из притяжений масс Земли, вращающихся с различными линейными скоростями. Таким образом, весу соответствует некоторая усредненная скорость, отличная от линейной скорости данного места Земли, с которой связаны другие силы системы. Возникающие дополнительные силы, направленные по оси вращения Земли, наблюдались на длинных маятниках, крутильных и обыкновенных рычажных весах. Появление этих сил означает, что время действительно может сообщать энергию материальным системам. Время еще может изменить момент вращения, но оно не может влиять на полный импульс системы.

2. Дальнейшие наблюдения показали, что степень необратимости процесса, вводимого в систему для установления различий причин и следствий, часто меняется из-за каких-то внешних обстоятельств, не связанных с обстановкой опытов. Оказалось, что подобные изменения условий появления дополнительных сил можно получить, осуществляя вблизи системы различного рода достаточно энергичные, необратимые процессы. Эти опыты прямо доказывают возможность воздействия одной материальной системы на другую с помощью времени. Поскольку время не передает импульса, такие воздействия не могут распространяться и их существование означает возможность мгновенной связи. Передача воздействий через время показывает, что, помимо постоянного хода времени c_2 , у времени есть еще и переменное свойство, которое может быть названо плотностью времени. В окрестностях необратимого процесса изменяется плотность времени, и это обстоятельство действует на другие процессы и другие системы. Нарушения плотности времени медленно убывают с расстоянием, скорее всего, обратно первой степени расстояния.

Перечисленные здесь результаты лабораторных исследований показывают, что в природе могут происходить воздействия не только через силовые поля. Источником таких воздействий являются необратимые процессы, т.е. причинно-следственные отношения. Астрономическим примером воздействий этого рода и являются особенности физического состояния звезд в двойных системах. Основной необратимый процесс в звездах заключается в передаче энергии из недр звезд наружу. Процесс излучения главной звезды, изменяя плотность времени, может влиять на поток излучения спутника и приближать его к потоку излучения главной звезды. Таким путем может получиться выравнивание спектральных типов компонент пары, что совершенно удивительно со всякой другой точки зрения. Опыты показывают, что ход времени проявляет себя на вращающихся телах. Поэтому эффект влияния в парах должен быть сильнее у быстровращающихся звезд, т.е. у звезд ранних спектральных типов.

Эти закономерности и были отмечены при анализе наблюдательного материала. С изменением потока лучистой энергии должна происходить и некоторая перестройка звезд. Будет, например, изменяться их радиус. Выяснение этих обстоятельств требует глубокого ознакомления со свойствами времени. Без соответствующей экспериментальной работы вряд ли имеет смысл дальнейшее обсуждение подробностей влияния звезд через время.

Наверное, вращение звезд благодаря псевдоскалярным свойствам хода времени самым тесным образом связано с их излучением. В передаче же энергии из недр звезд может существенную роль играть и передача воздействий с помощью времени. Возможно, что учет этих обстоятельств позволит понять особенности зависимости $L(M, R)$, изображенной на диаграмме рис. 6.

ЛИТЕРАТУРА

1. Leonard F. C. An investigation of the spectra of visual double stars // Lick observatory bulletins. 1923. Vol. 10. N 343. P. 169-194 (Univ. of California Publications. Astronomy).
2. Shajn G. 1) Results of observations of the double stars and their relation to the giants and dwarfs theory // Известия Главной российской астрономической обсерватории 1925, т. 10, вып. 2, №95, с. 284; 2) On the mass-ratio in double stars // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 1925. Vol. 85. N 3. P. 245-252.
3. Козырев Н. А. [Источники звездной энергии и теория внутреннего строения звезд](#) // Известия Крымской астрофизической обсерватории, 1948, т. 2, с. 3-43.
4. Козырев Н. А. [Теория внутреннего строения звезд и источники звездной энергии](#) // Известия крымской астрофизической обсерватории, 1951, т. 6, с. 54-83.
5. Паренаго П. П. Обобщенная зависимость масса-светимость // Астрономический журнал, 1939, т. 16, вып. 6, с. 13.
6. Паренаго П. П., Масевич А. Г. Исследование зависимости масса-радиус-светимость // Труды Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга, 1951, т. 20, с. 81-146.
7. Козырев Н. А. 1) [Причинная механика и возможность экспериментального исследования свойств времени](#) // История и методология естественных наук, вып. 2: физика, М., 1963, с. 95-113; 2) [Неизведанный мир](#) // Октябрь, 1964, № 7, с. 183-192.

Известия Главной астрономической обсерватории в Пулкове, 1968, № 184, с. 108-115

Адрес страницы: <http://www.nkozyrev.ru/bd/031.php>