

Об исследованиях затменных двойных звезд в СССР за период 1969—1972 гг.

В. П. Цесевич, А. М. Шульберг

Дан обзор исследований затменных двойных звезд в СССР за период 1969—1972 гг.

On Studies of Eclipsing Binaries in the USSR within the Years of 1969—1972

by V. P. Tsessevich, A. M. Schulberg

The review of studies of eclipsing binaries in the USSR within the years of 1969—1972 is given.

В течение трех лет с 1969 по 1972 гг. в Советском Союзе выполнено большое число исследований в области затменных двойных систем. Особенно активно эти исследования велись в ГАИШе, в обсерватории им. Энгельгардта, в Тартуской астрофизической обсерватории, в астрономической обсерватории Одесского Университета.

Советские исследования затменных звезд охватывают весьма широкий круг вопросов. В нашем кратком обзоре мы остановимся на важнейших из них.

1. Исследования в области теории определения элементов затменных двойных систем.

М. И. Лавров (Казань) разработал два новых метода определения элементов затменных систем: обратный, являющийся модификацией метода Копала, и — прямой. Составлены программы для решения задач этими методами на ЭВМ "Наири". Для испытания методов вычислены элементы систем W Del, S Cnc, RU Cnc, DI Her, V1143 Cyg (АЦ № 559, 594, 1970; № 656, 663, 1971; АЖ 48, 301, 48, 951, 1971). Прямой метод распространен на случай эксцентрических орбит и случай нелинейного потемнения дисков звезд к краю. Он также используется для анализа кривых блеска систем шар-эллипсоид. Этим методом определены элементы системы HS Her (Д. Я. Мартынов, М. И. Лавров, ПЗ 18, 269, 1972).

М. И. Лавров предложил новый метод вычисления значений функции $\rho(k, p)$ на ЭВМ "Наири" (АЦ № 631, 1971 и № 677, 1972).

Р. А. Боцула (Казань) показала, что итерационный процесс метода Копала в случае прохождения часто не сходится (Известия АСН № 39, 19, 1972).

В. П. Мережин (Казань) пришел к выводу, что учет гравитационного потемнения и несферичности звезд уменьшает разницу $O-C$ амплитуд эффекта фазы у затменных систем AI Dra, β Per, TX UMa, RS Vul, (АЦ № 695, 1972 и Труды Казанск. гор. АО 39).

В. М. Табачник (Одесса) модифицировал свой метод решения кривых блеска. Используя обобщенный метод наименьших квадратов, автор вывел новые формулы минимизации функции $S = S(w, a, b)$. Модифицированный метод успешно испытан при решении кривых блеска SCnc и AR Aur (АЦ № 618, 1971 и АЖ 49, 544, 1972).

Внезапная смерть В. М. Табачника (6-X-1971) оборвала исследования, которые он с большим успехом проводил.

В ноябре 1971 г. издательство "Наука" выпустило в свет 4-ый том серии "Нестационарные звезды и методы их исследования" — "Затменные переменные звезды" — стр. 5—350. Монография написана коллективом авторов: Д. Я. Мартыновым, В. М. Табачником, В. П. Цесевичем, А. М. Черепашуком и А. М. Шульбергом. Редактор — В. П. Цесевич.

В книге дается систематическое изложение современных методов определения элементов затменных систем, теории вычисления таблиц фотометрических фаз, закона потемнения дисков звезд к краю, отклонения фигур компонентов от шаровых, эффекта отражения, движения по эксцентричным орбитам. Рассматриваются и некоторые, наиболее интересные, уникальные затменные системы, а также классификация затменных систем.

2. Потемнение лимба и другие тонкие эффекты.

А. М. Шульберг и М. Е. Киперман произвели оценку величины эффекта нелинейности потемнения к краю диска горячих компонентов затменных систем при покрытии. Показано, что в наиболее благоприятных случаях эффект нелинейности имеет величину $0.^m02-0.^m03$ (АЖ 46, 412, 1969). Шульберг рассмотрел возможность выявления эффекта нелинейности из наблюдений. Он показал, что отыскание элементов затменной системы, у которой предполагается наличие эффекта нелинейности, можно производить обычными методами, используя при этом наилучшее значение коэффициента потемнения к краю диска затмеваемой звезды. Сделан вывод о том, что непосредственное выявление эффекта нелинейности у реальных затменных систем в настоящее время невозможно (АЦ № 691, 1972; АЖ 50, № 3, 1973).

В июне 1971 г. вышла монография А.М.Шульберга "Тесные двойные звездные системы с шаровыми компонентами" (Москва, "Наука", стр. 3-246, 1971). Книга посвящена, главным образом, проблеме потемнения к краю дисков компонентов затменных систем. Рассмотрена теория этого явления как в случае тонких, так и в случае протяженных атмосфер и изложены методы определения потемнения из наблюдений.

И.Б.Пустыльник (Тарту) показал, что приложение теоремы фон Зейпеля к внешним слоям звездных атмосфер недостаточно обосновано. Выведена новая формула, описывающая изменения интегрального потока излучения по поверхности несферической звезды.

Разработаны принципы построения модели атмосферы компонентов тесных двойных звезд типа Алголя. Особое внимание уделено влиянию отклонений от состояния локального термодинамического равновесия и влиянию отражения для случая двух несферических звезд (И.Пустыльник, 1971, Сообщения астрофизической обсерватории Тарту, 35, 3, 1971).

И.Пустыльник исследовал проблему асинхронности осевого вращения в тесных двойных системах. Изучалось влияние асферичности вращающегося компонента на величину скорости вращения (Сообщения астрофизической обсерватории Тарту, 35, 51, 1971).

Получено приближенное уравнение фигуры асферического компонента тесной двойной системы в форме, пригодной для вычислений. В основу разработки положены идеи Копала (И.Пустыльник, 1971, Сообщения астрофизической обсерватории Тарту 35, 63, 1971).

3. Изучение звезд типа Алголя с протяженными атмосферами.

Продолжал свои исследования А.М.Черепащук (Москва).

На базе нового прибора, интегрального фильтра-клина, сконструирован узкополосный электрофотометр, основанный на принципе счета фотонов. С этим фотонным фотометром произведены узкополосные наблюдения трех затменных систем, имеющих по одному компоненту типа WR: CV Ser, V444 Cyg, CQ Ser.

Анализ полученных данных наблюдений позволил определить фотометрическую структуру оболочек звезд WR в системе CV Ser в эмиссионной линии CIII4653. Показано, что оболочка компонента WR в системе V444 Cyg в смысле стратификации излучения в эмиссионных линиях подобна малой планетарной туманности (АЦ № 509, 1969; № 551, 1970; № 602, 1971; № 620, 1971; № 680, 1972 и АЖ 48, 296, 1971; 48, 1201, 1971).

Развивая идеи, изложенные им в главе VIII монографии "Затменные переменные звезды", изд. "Наука", 1971, А.М.Черепащук разработал новый метод вычисления элементов затменных звезд с протяженными оболочками. Метод основан на предположении, что потемнение к краю диска компонента с протяженной атмосферой и свойства поглощения этой атмосферы описываются произвольной монотонной функцией (АЖ, в печати).

Предполагая тождественность рентгеновского источника Cen X-3 с затменной двойной LP Cen, И.С.Шкловский, А.М.Черепащук и Ю.Н.Ефремов построили модель Cen X-3 (АЦ № 678, 1972). Авторы доказывают, что Cen X-3 — затменная система, у которой более яркий, меньших размеров компонент связан с рентгеновским источником. Поверхностная температура этого компонента должна достигать 250000° , поэтому его излучение не может быть планковским.

4. Изучение затменных систем с другими явлениями нестационарности.

Газовые струи, перенос вещества и потеря материи.

Продолжая исследования Горбацкого эффектов газовых струй в тесных двойных системах (В.Г.Горбацкий, "Астрофизика" **3**, 245, 1967) Ю.П.Коровяковский рассчитал траектории газовых потоков в этих системах в трехмерном случае при учете динамических эффектов газового давления ("Астрофизика" **5**, 67, 1969). Позже он произвел эти расчеты для конкретных систем U Gem, VV Pup, UX UMa ("Астрофизика" **7**, 71, 1971).

В.Г.Горбацкий ("Астрофизика", **7**, 57, 1971) исследовал влияние газовых потоков в карликовых системах на кривые блеска. Вычислен профиль горба на кривой блеска, предшествующего главному минимуму. Оценена оптическая плотность дискообразной оболочки VV Pup и U Gem.

В.Г.Каретников (Одесса) исследовал систему RZ Sct. Им выполнены фотографические и трехцветные фотоэлектрические наблюдения, найдены новые световые элементы и вычислены новые фотометрические элементы системы. Используя спектральные элементы Хансена и Мак-Намары, Каретников определил абсолютные размеры и массы компонентов системы и, учтя увеличение периода обращения, нашел, что масса вещества, теряемого системой в год, имеет порядок $10^6 m_\odot$ (ПЗ **17**, 468 и 479, 1970).

В.Г.Каретников и С.М.Перекрестный провели спектрофотометрическое исследование V367 Cyg и пришли к выводу, что оба компонента системы окружены мощными газовыми оболочками ("Проблемы космической физики" № 8, 1973).

К.Калчаев, Ю.Л.Трутце, В.Г.Хамидулина (Ашхабад) произвели фотоэлектрическое исследование в лучах В и V затменной системы RW Sct. Получены фотометрические элементы, сделан вывод, что система неустойчива и ослабление блеска после главного минимума вызвано газовым потоком (ПЗ **17**, 647, 1971).

На протяжении ряда лет М.Ю.Скульский (Львов) изучает систему β Lyr. В 1969 г. он обнаружил изменения скорости γ центра масс с периодом ~ 4.2 года и предположил наличие в системе третьего тела

(АП № 587, 1970). Повторные наблюдения весной 1972 г. подтвердили ранее найденный период изменения γ . Третье тело должно иметь массу $\sim 2 m_{\odot}$ (АЦ № 707, 1972).

Систему β Lyr изучала также В.Я.Алдусева. Ею совместно с В.Ф.Есиповым (АЖ 46, 113, 1969) исследовано поведение красного и фиолетового компонентов эмиссионной составляющей, а также поведение абсорбционной составляющей линии He I 10830 Å в спектре β Lyr. Анализ структуры линии 10830 Å и поведение ее в зависимости от фазы блеска указывает на то, что линия возникает в самых внешних частях оболочки, окружающей систему β Lyr в целом.

Анализируя свои спектрофотометрические и фотоэлектрические наблюдения β Lyr, В.Я.Алдусева обнаружила изменения спектральных и фотометрических характеристик с периодом $P = 1141^d$ (АЖ 46, 832, 1969).

Р.А.Боцула (Казань) получила фотометрические и абсолютные элементы затменной системы RR Lyn по кривым блеска Линнела в лучах UVV. Удовлетворительное решение найдено в предположении существования третьего тела (ПЗ 18, 71, 1971).

5. Статистические исследования.

М.А.Свечников опубликовал работу "Каталог элементов орбит, масс и светимостей тесных двойных звезд" (Свердловск, изд. УГУ, стр. 3–176, 1969). Книга состоит из двух частей: каталога относительных и абсолютных элементов 197 тесных двойных систем с обширной аннотированной библиографией и статистических исследований по материалам каталога. Используются данные до 1968 г. включительно. Уточнена зависимость $m - L$, рассмотрены зависимости $A - (m_1 + m_2)$, $m - R$ и т.п.

Модифицировав классификацию Копала затменных систем, автор сделал попытку представить все типы, на которые он разделил тесные двойные системы, как звенья единой эволюционной последовательности. Нам кажется, что для решения такого вопроса пока еще мало данных.

Л.Ф.Истомин и М.А.Свечников показали, что по фотометрическим радиусам r_1 и r_2 компонентов систем типа W UMa можно оценить отношение их масс (АЦ № 625, 1971).

Позже они нашли зависимость между цветом и логарифмами абсолютных величин радиусов главных компонентов W UMa-систем и, таким образом, построили зависимость $m - R$ для компонентов W UMa-систем (АЦ № 693, 1972).

В журнале ПЗ 18, 237 и 261, 1972 опубликованы две статьи Свечникова и др. В статьях вычислены изменения периодов затменных систем U Ser, RZ Cas, ST Per и Y Leo.

Установлено, что выброшенная из системы масса, вызывающая наблюдаемые изменения периодов, оказывается порядка $10^6 m_{\odot}$ в год,

что значительно превышает теоретические оценки, полученные при расчете эволюции тесных двойных систем.

М.В.Попов (Москва) предложил метод учета вероятности открытия и условий видимости при статистических исследованиях тесных двойных систем (ПЗ 17, 209, 1970). Учитывая данные этой работы, Попов произвел статистическое сравнение группы тесных двойных систем, в которых оба компонента лежат вблизи главной последовательности, с группой тесных двойных с субгигантами. Ему удалось конкретизировать вывод Свечникова (ПЗ 16, 276, 1967) о том, что при образовании систем с субгигантами из систем главной последовательности, главную роль играет выброс вещества из системы, а не перетекание (ПЗ 17, 412, 1970).

В период с 1969 по 1972 годы в СССР было произведено много определений эпох минимумов и изменений периодов затменных двойных звезд. Данные об этих работах содержатся в выпусках библиографии затменных двойных систем.

Особенно активно работал в этой области В.П.Цесевич (АП 517, 1969; № 526, 1969; № 600, 1970; № 641, 1971; № 698, 1972; ПЗ, прилож. № 1, 241 и 249, 1972) и Г.А.Ланге (Одесса) — (АП № 559, 1970; № 637, 1971; ПЗ, прилож. 1, 139, 1972).

П.Н.Холопов разработал методику определения периодов изменения блеска переменных звезд с помощью ЭВМ М-20 (Труды ГАИШ 40, 72, 1970). Применяя эту методику, Холопов нашел элементы ряда затменных систем (ПЗ, Прилож. 1, 173, 1971). Он также открыл и исследовал затменную систему V80 в карликовой галактике UMi (по наблюдениям ван Агта). Холопов считает, что один из компонентов этой системы является переменной типа RR Lyr (ПЗ 18, 117, 1971).

В.П.Рядченко (Москва) получил с помощью ЭВМ М-20 элементы GR Cas (ПЗ, прилож. 1, 191, 1971)

6. Фотометрические наблюдения.

Большинство исследователей затменных двойных звезд в работах, перечисленных выше, использовали свои наблюдения.

Фотометрические наблюдения (главным образом, фотоэлектрические) затменных звезд ведут в Абастумани, Крыму, Ашхабаде, Одессе, Таллине, Свердловске и др.).

Особенно активно эти наблюдения ведет последние пять лет П.Кальв (Таллин). Он произвел большое число фотоэлектрических наблюдений звезд TW Cnc, UU Cnc, RX Cas, AO Cas, BM Cas, GG Cas, XZ Ser, V367 Cyg, V448 Cyg, RY Gem, W UMa.

Фотометрические элементы этих систем вычисляются.

Астрономическая
обсерватория ОГУ

Поступила в редакцию
в июне 1973 г.

Тираж 500

Т — I646I

Заказ № I99

Типография Астросовета АН СССР, Москва, ул. Вавилова д. 34