

Переменные звезды **21**, № 5, 665–676, 1982
Variable Stars **21**, No 5, 665–676, 1982

Характеристики активности и скрытая периодичность нестационарной звезды BN Ориона

И.М. Ищенко

1. В качестве модели изменения блеска идеальной неправильной переменной звезды предложена ограниченная кривая блужданий случайных чисел.

2. Описан метод скользящих разностей и показано, что он может применяться:

а) для определения параметров стохастического процесса — среднего суточного изменения блеска Δm_1 , максимальной амплитуды A и характерного времени $\Delta t_{\text{хар}}$;

б) для поиска скрытой периодичности.

3. Для BN Ori построена диаграмма, показывающая среднегодовой блеск и его среднеквадратичное изменение.

4. Для сезонов большой активности обнаружена скрытая периодичность звезды и установлено возрастание периода с увеличением интервала времени. Для сезонов наблюдений, когда активность звезды лежит в пределах ошибок, никаких признаков периодичности не замечено.

5. Сделана попытка объяснения периодичности осевым вращением звезды, а возрастания периода как следствия движения очагов активности вдоль раскручивающейся спирали и возможной потери массы звездой.

6. Обнаруженный эффект скрытой периодичности и возможного истечения вещества относится к недалекому прошлому звезды. В настоящее время звезда стабилизировалась. Что будет происходить со звездой в дальнейшем, пока не ясно.

Activity and Latent Periodicity of BN Oriani

by I.M. Ishchenko

1. A limited curve of accidental numbers wanderings is suggested as a model of an ideal irregular variable star light variations.

2. The method of sliding differences is described. It is shown that it can be applied

a) for the determination of accidental process parameters, i.e. mean daily variation of Δm_1 , the greaterst amplitude A and typical time Δt_{typ} ;

b) for latent periodicity search.

3. The diagram for BN Ori is given showing the mean year light and its mean variation.

4. A latent periodicity of the star for high activity seasons has been discovered. It is found that the period increases together with a time inter-

val increasing. No signs of periodicity were noticed for the observational seasons when the star's activity variations are in errors limits.

5. An attempt was made to explain the periodicity by the axial rotation of the star. The period inelase is explained by motion of activity sources along untwisted spiral and probable mass loss.

6. The latent periodicity and probable mass loss took place in near past. The star is stable now. Its future is unclear.

Введение

BN Ориона по современной классификации относится к звездам *Inas* (неправильная переменная, связанная с туманностью, принадлежащая к раннему спектральному классу и показывающая быстрые изменения блеска).

Вообще у быстрых неправильных переменных, связанных с туманностями (иначе орионовыми переменными или звездами типа RW Возничего), большое разнообразие физических характеристик и особенностей изменения блеска. Хофмейстер (1949) заметил, что для звезд этого типа характерно наряду с быстрыми неправильными изменениями блеска наступление периодов относительного спокойствия.

Много усилий приложено исследователями для получения характеристик изменения блеска. С этой целью для ряда звезд (T Tau, RY Tau, T Ori, BN Ori и др.) получены сводные кривые блеска. Однако эти характеристики довольно громоздки и не дают каких-либо параметров их переменности.

Некоторыми исследователями много внимания уделялось построению функций распределения звездных величин. По-видимому, этот метод мало эффективен. Как показал Холопов (1970) распределение величин может служить лишь для характеристики их поведения в рассматриваемую эпоху, но не для их классификации.

Получение всех предлагавшихся характеристик направлено на то, чтобы разделить звезды на группы. Эти характеристики указывали на особенности каждой группы (Хофмейстер, 1949; Паренато, 1954; Венцель, 1961).

Кривая блужданий

Возможно представляет интерес поиск таких характеристик, которые будут общими для звезд всех подклассов. По-видимому, этим общим является то, что изменения блеска звезд могут быть описаны как случайные процессы (Амбарцумян, 1956; Курочкин, 1963; Лукацкая, 1967).

Для получения таких характеристик нужна идеализация процесса, выбор простой модели переменности. Эта модель, однако, должна хорошо отображать основные особенности изменения блеска. Такой моделью может служить идеальная неправильная переменная звезда, выполняющая стационарный стохастический процесс. За кривую блеска идеальной звезды принята ограниченная кривая блужданий случайных чисел. В качестве примера взята кривая, параметры которой близки к тем, какие наблюдаются у реальных нестационарных звезд.

Шаг изменения кривой блужданий был принят равным ± 2 единицам, а максимальное отклонение — 20 единицам, что эквивалентно среднему квадратичному изменению блеска идеальной звезды за сутки $\pm 0.^m2$ и максимальному отклонению блеска 2^m .

Было принято также, что среднее квадратичное отклонение подчиняется нормальному закону. Хорошее приближение к нормальному закону получается в том случае, если за Δm принять сто равновероятных значений: $\Delta m = 0 - 20$ значений; $\Delta m = \pm 0.^m1$ по 18 значений для каждого знака; $\Delta m = \pm 0.^m2$ по 12 значений; $\Delta m = \pm 0.^m3$ по 6 значений; $\Delta m = \pm 0.^m4$ по 3 значения и $\Delta m = \pm 0.^m5$ по одному значению.

Далее была получена таблица случайных чисел. Для этого было составлено 100 карточек с указанными значениями случайных чисел. Карточки тщательно перемешивались и производились случайные выборки с возвращением. Таким путем была составлена таблица 22000 случайных чисел.

При получении кривой блужданий случайных чисел или эквивалентной ей кривой блеска идеальной звезды применялся следующий прием. Выбиралось произвольное число, лежащее между 0—20 (нами взято число 10). Из таблицы случайных чисел бралось первое число и алгебраически складывалось с 10, затем из таблицы бралось второе случайное число и складывалось с первой суммой и т.д. Если получающаяся сумма оказывалась меньше нуля или больше 20, менялся знак случайного числа на обратный и продолжалось суммирование. Таким приемом достигалось то, что средняя квадратичная разность между соседними числами, соответствующая одному шагу кривой блужданий, всегда будет близка к принятому первоначально шагу ± 2 .

Кривая блужданий случайных чисел или кривая блеска идеальной звезды по внешнему виду напоминает кривые блеска реальных неправильных переменных звезд. На ней также, хотя и редко, наблюдаются "вспышки" и "алголеноподобные" ослабления.

Предсказание будущего поведения кривой блеска идеальной звезды носит вероятностный характер. Так, например, вероятность того, что за четыре шага кривая блеска из нулевого значения примет значение 20 равно 10^{-8} , а вероятность сохранения данного блеска в течение четырех шагов равна $1/625$.

Метод скользящих разностей

Для получения параметров стохастического процесса необходимо провести математическую обработку кривой блужданий или кривой блеска идеальной звезды. Удобен для этих целей разностный метод, предложенный автором — метод скользящих разностей (Ищенко, 1964, 1972).

Представим себе, что мы имеем большой ряд блужданий величины m , состоящий из N значений. Сместим его на величину шага $\Delta t = 1^d$ и получим $N-1$ разностей Δm_i . При смещении на другое число шагов Δt_i мы получим количество $N - \Delta t_i$ разностей Δm_i . Получив среднеквадратичные значения разностей для выбранного интервала Δt (например 1—100), строим зависимость $\Delta m = f(\Delta t)$.

Число разностей, равное $N - \Delta t$, получается только в том случае, если все значения ряда заполнены. Если же ряд имеет пропуски, что всегда будет при обработке реальных рядов наблюдений неправильных переменных звезд, то количество разностей будет значительно меньшим. Однако для больших рядов наблюдений оно все же велико, и статистическая выборка будет достаточно хорошо представлять генеральную совокупность.

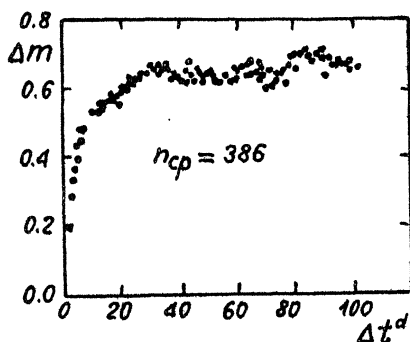


Рис. 1.

Такая зависимость $\Delta m = f(\Delta t)$ была получена для кривой блужданий случайных чисел или кривой блеска идеальной звезды. Строилась она следующим образом. Из 22000 значений случайных чисел кривой блужданий была сделана статистическая выборка 2336 значений. Взятая выборка соответствует числу ночей наблюдения исследуемой звезды по гарвардскому ряду. Случайные числа распределены в той же временной последовательности, что и реальные ночи наблюдений. Далее эти числа обработаны по методу скользящих разностей (рис. 1).

Наиболее простой зависимость $\Delta m = f(\Delta t)$ получается, если принять ее равной $\Delta m = \lg \Delta t$. В этом случае зависимость распадается на две пересекающиеся прямые. Первая наклонная прямая характеризует рост среднеквадратичного значения разности Δm или иначе среднеквадратичную амплитуду в зависимости от $\lg \Delta t$. С течением времени рост амплитуды уменьшается и для некоторого значения $\Delta t_{\text{хар}}$ он прекращается вовсе. Назовем этот интервал характерным временем. Для $\Delta t > \Delta t_{\text{хар}}$ среднеквадратичная амплитуда уже не зависит от времени и становится постоянной величиной. Зависимость представляется прямой, параллельной оси абсцисс.

Пересечение наклонной прямой с осью ординат дает первый параметр стохастического процесса — среднесуточное изменение блеска Δm . Ордината горизонтальной прямой дает второй параметр — максимальную среднеквадратичную амплитуду A и, наконец, абсцисса пересечения наклонной прямой с горизонтальной дает третий параметр — логарифм характерного времени — $\lg \Delta t_{\text{хар}}$.

Зависимость $\Delta m = \lg \Delta t$ для кривой блеска идеальной звезды показана на рис. 2. На наклонной прямой нанесены подряд первые 10 точек, а затем каждая пятая. На горизонтальной прямой нанесена лишь каждая десятая точка.

Параметры стационарного стохастического процесса, эквивалентные параметрам кривой блеска идеальной звезды определены по способу наименьших квадратов. Они оказались равными: $\Delta m_1 = 0^m.18 \pm 0^m.011$; $A = 0^m.65 \pm 0^m.004$; $\lg \Delta t_{\text{хар}} = 1.407 \pm 0.059$; $\Delta t_{\text{хар}} = 25.5$.

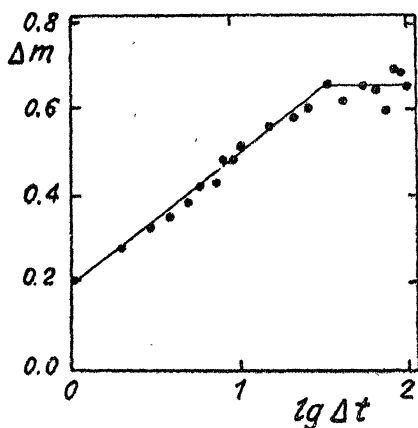


Рис. 2.

Прямые на рис. 2 проведены в соответствии с найденными параметрами.

У неправильных переменных звезд изменения блеска можно принять за стохастический процесс. Однако едва ли этот процесс можно считать стационарным. Ранее уже отмечалось, что периоды большой активности у этих звезд могут сменяться относительным покоем. Нам все-таки получение таких параметров представляется полезным. Реальный стохастический процесс за значительный интервал времени мы как бы заменяем эквивалентным ему стационарным процессом, поскольку

только для стационарного процесса могут быть получены надежные параметры.

Поиски периодичности

Существование периодичности у переменных звезд — явление очень распространенное, а нахождение периодов и построение средних кривых блеска часто связаны с большими трудностями.

Рассмотрим случай, когда период постоянен и колебания блеска звезды устойчивы — это значит, что произведя достаточно плотный ряд точных наблюдений, охватывающий интервал времени, равный или больший периода, мы всегда можем построить кривую блеска. Повторение этой операции даже через значительный промежуток времени даст сходные результаты.

На практике часто трудности заключаются в отсутствии плотного ряда наблюдений — они сильно разрознены, а сами наблюдения имеют низкую точность (визуальные оценки или оценки блеска по фотопластинкам). Естественно, что трудности возрастают и по мере уменьшения амплитуды колебаний.

Еще сложнее дело обстоит в случае, когда периодические колебания происходят на фоне неправильных изменений блеска, и чем меньше амплитуда правильных колебаний в сравнении с неправильными, тем сложнее становится поиск периода.

И все же этот случай можно рассматривать как простое увеличение ошибок наблюдений. В качестве общей ошибки нулю рассматривать сумму ошибок измерения и среднего значения неправильных флуктуаций блеска.

Машинная техника отыскания периодов хорошо разработана и с успехом может применяться ко всем рассмотренным случаям. Правда, в последнем случае для уверенного определения периода потребуется больше исходных данных.

Мыслимы случаи, и они, возможно, в природе существуют, когда кривая блеска состоит из случайных колебаний и накладывающихся на них отдельных участков с периодическими колебаниями, причем для каждого из участков существует своя амплитуда и начальная фаза.

Такой случай можно представить себе, например, если предположить, что периодичность обусловлена вращением звезды. Правда, для этого нужны некоторые допущения, но они, по-видимому, достаточно правдоподобны.

Предполагается, что свет с поверхности звезды излучается неравномерно. Активность звезды носит зональный характер, иначе говоря, очаги активности распределены по поверхности асимметрично. Для решения данной задачи не имеет принципиального значения характер очагов активности, т.е. связано это с "запятненностью" звезды или ее "факельностью" (области более высокой температуры). Однако первый случай представляется более вероятным.

Второе важное допущение — предположение об относительной устойчивости очагов активности. Допускается, что отдельные очаги активности, просуществовав некоторое время, исчезают, а на других долготах возникают новые очаги, однако, по крайней мере, часть из них существует дольше периода. Возможная миграция активных долгот исключает стабильность начальной фазы и делает невозможным построение средней кривой блеска.

Итак, можно предположить, что при вращении звезды кривая блеска состоит из случайных флуктуаций с наложением участков периодических колебаний той или иной амплитуды, и продолжительности. Это положение в какой-то мере напоминает световые колебания, испускаемые одним единственным атомом светящегося тела. Эти колебания состоят из цуга волн, который затем прерывается, некоторое время атом может вообще не излучать, затем начинается новый цуг волн, но уже с иной амплитудой и начальной фазой и т.д.

В оптике, конечно, наблюдается излучение не одного атома, а большой их совокупности. Но все равно, для установления волновой природы света и измерения длины волны, мы должны пользоваться когерентными источниками или, иначе говоря, складывать волны, испущенными одними и теми же атомами тела, но прошедшие разный оптический путь.

Теперь обратимся к переменным звездам. Смещение кривой блеска звезды самой относительно себя эквивалентно наложению двух когерентных волн, как бы испущенных одним атомом. Только вместо суммирования блеска для совпадающих точек мы будем получать разности. Таким путем можно обнаружить нечто сходное с интерференционной картиной, только смещение на период будет характеризоваться уже не максимумом, а минимумом.

Смещение кривой блеска самой относительно себя на различные значения Δt и получение средних квадратичных разностей есть не что иное, как применение метода скользящих разностей. Таким образом, в случае применения метода скользящих разностей на основную зависимость $\Delta m = f(\Delta t)$, обусловленную стохастическим процессом, должна накладываться

ся периодическая составляющая. Номера минимумов должны соответствовать числу периодов, на которые смещена кривая блеска.

Метод скользящих разностей можно рассматривать и как разновидность способа наименьших квадратов. Получение среднего квадратичного значения разностей для различных интервалов времени эквивалентно смещению кривой относительно самой себя на ту же величину Δt . В случае, если кривая блеска содержит периодическую составляющую, смещение на величину кратную периоду должно соответствовать наибольшему подобию между смещенной и первоначальной кривой, а среднее квадратичное отклонение должно быть минимальным.

Есть сходство у метода скользящих разностей и с автокорреляционным анализом. При автокорреляционном анализе кривая тоже смещается относительно самой себя и определяется коэффициент корреляции между основной и смещенной кривыми. Этот коэффициент в отличие от метода скользящих разностей для величин, кратных периоду, достигает максимума.

Обычно автокорреляционный анализ применяется для непрерывных или почти непрерывных рядов наблюдений. В случае наблюдений нестационарных звезд это условие может быть выполнено для отдельных, очень небольших промежутков времени, большинство же наблюдений оказывается сильно разрозненными.

Доказательство того, что выдвинутые предположения имеют рациональное зерно, получено автором путем применения метода скользящих разностей к наблюдениям Солнца (Ищенко, 1972). Из обработки чисел Вольфа и данных о солнечных вспышках был установлен период, близкий по величине к синодическому обороту осевого вращения Солнца, ранее определенному другими методами.

Предположения о "запятнненности" поверхности звезды и существовании осевого вращения выдвигаются для объяснения изменения блеска звезд типа ВУ Дракона (Чугайнов, 1966). Однако в последнем случае картина наблюдается более ясно – периодичность обнаруживается непосредственно на фотоэлектрической кривой блеска, и лишь при более длительных наблюдениях отмечаются изменения амплитуды и сдвиг начальной фазы.

Применение метода скользящих разностей позволило обнаружить существование периодической составляющей у нестационарной звезды R Южной Короны (Зданчук, 1971; Ищенко, 1973, 1974) звезда, по-видимому, является двойной системой.

Была сделана попытка обнаружения осевого вращения у RW Возничего. Установлен период, равный 100^d . Однако этот результат нельзя считать очень надежным (Ищенко, 1972).

Попробуем представить себе возможные трудности, которые могут возникнуть при применении данного метода для поиска периодов осевого вращения нестационарных звезд.

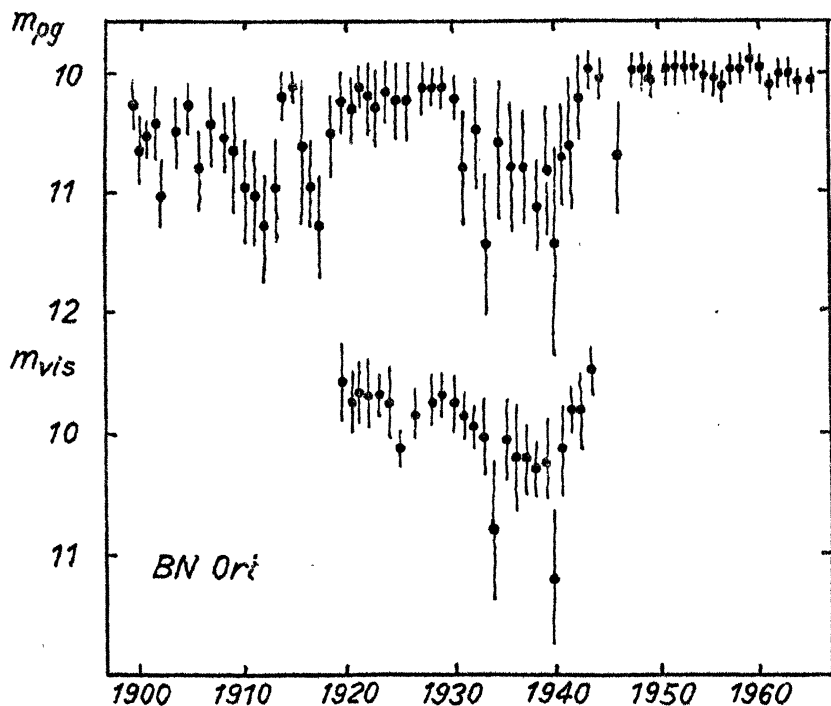
По-видимому, далеко не у каждой звезды асимметрия в распределении активных областей достаточно велика. Кроме того, ось вращения может оказаться расположенной близко к лучу зрения. В этих случаях по зависимости $\Delta m = f(\Delta t)$ можно установить лишь параметры стохастиче-

ского процесса. Мало благоприятно применение разработанной методики для периодов короче 10^d . В этом случае шаг в интервале времени $\Delta t = 1^d$ становится грубым. Для получения возможности уменьшения шага очень желательно проведение кооперативных наблюдений в обсерваториях, лежащих на разных долготах. Данный метод имеет смысл применять к звездам, у которых имеются продолжительные и плотные ряды наблюдений.

Анализ оценок блеска BN Ориона

Для изучения звезды использовались как фотографические, так и визуальные наблюдения. Основными были оценки блеска, выполненные Цесевичем по негативам гарвардской службы неба. Этот ряд имеет продолжительность 56 лет. Он охватывает 2336 ночей наблюдений и содержит 3598 оценок блеска. Кроме того использованы менее продолжительные фотографические ряды наблюдений Анерта и Филотова (Цесевич и Драгомирская, 1973).

Использованы также визуальные наблюдения Эша (1930), Бейера, 1937 и Мартынова, 1951.



Р и с. 3.

Для получения общей характеристики изменения активности звезды с течением времени были построены два графика: верхний по фотографическим, а нижний по визуальным наблюдениям (рис. 3). На график по ординате наносилось среднее значение блеска за сезон. Вертикальные линии около точек означают среднее квадратичное отклонение. По оси абсцисс указаны года наблюдения (начало обозначенного года относится к середине сезона наблюдения). Оба графика показывают довольно хорошее согласие.

Фотографические наблюдения охватывают значительно больший интервал времени. Из этого графика видно, что начиная с 1947 по 1965 гг. активность звезды практически равна нулю — она лежит в пределах ошибок.

Позже производились немногочисленные, но более точные фотоэлектрические наблюдения; они тоже указывали на постоянство блеска звезды. По имеющимся в нашем распоряжении опубликованным данным наблюдения доведены до 1975 г. (Зайцева, 1967, 1968; Колотил и Зайцева, 1976).

По приведенным данным можно сделать вывод, что период стабильности звезды сильно затянулся — он продолжается уже, по крайней мере, 28 лет. Трудно предсказать дальнейшее поведение звезды: может быть вновь наступит период активности, а может быть, процессы энерговыделения стабилизировались и в дальнейшем она будет вести себя как обычная постоянная звезда.

Для обработки методом скользящих разностей были использованы гарвардские фотографические наблюдения и визуальные наблюдения Эша, Бейера и Мартынова.

Гарвардские наблюдения разбиты на две группы. Первая группа охватывала все наблюдения до 1946 г. (исключены из обработки 1944 и 1945 гг.). Эти наблюдения относятся ко времени большой активности звезды. Вторая группа охватывала наблюдения с 1944 по 1965 гг. (исключен 1946 г.). Активность звезды в эти годы лежит в пределах ошибок наблюдений.

Визуальные наблюдения сначала обрабатывались отдельно для каждого наблюдателя. Поскольку визуальные ряды наблюдений имели меньшую продолжительность и плотность, чем фотографический, точки кривых средних разностей показали значительно больший разброс. Особенно малое число разностей и большой разброс получились по наблюдениям Бейера. Этой кривой пришлось пренебречь. Кривые, полученные по наблюдениям Эша и Мартынова, объединены в одну. Эта кривая, как и две фотографические, приведены на рис. 4.

Уже предварительная обработка гарвардского ряда наблюдений методом скользящих разностей показала существование скрытой периодичности с $P \approx 22^d$ (Ищенко, 1979).

Разделение фотографических наблюдений на две группы и получение двух кривых средних разностей позволило обнаружить у первой кривой (большая активность звезды) систематическое увеличение интервала времени между соседними минимумами с ростом номера минимума.

Это указывает на возрастание периода с увеличением Δt . Сходный результат, но менее уверенно, получился и по визуальной кривой. На второй фотографической кривой никаких признаков периодичности не замечено: она близка к горизонтальной линии.

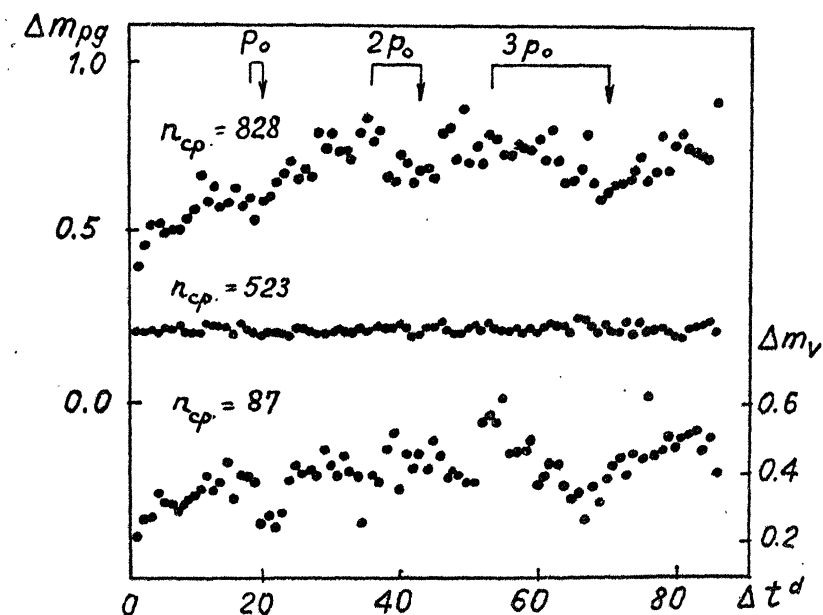


Рис. 4.

Для более детального исследования обнаруженного эффекта необходимо было редуцировать кривые средних разностей за стохастический эффект. Однако получение параметров стохастического процесса осложнялось влиянием периодичности. Пришлось применить метод последовательных приближений.

Окончательно параметры стохастического процесса определены по способу наименьших квадратов.

Фотографическая кривая $\Delta m_1 = 0^m.42 \pm 0^m.026$; $A = 0^m.77 \pm 0^m.005$; $\lg \Delta t_{\text{хар}} = 1.67 \pm 0.19$; $\Delta t_{\text{хар}} = 47^d$.

Визуальная кривая $\Delta m_1 = 0^m.26 \pm 0^m.024$; $A = 0^m.49 \pm 0^m.012$; $\lg \Delta t_{\text{хар}} = 1.88 \pm 0.42$; $\Delta t_{\text{хар}} = 76^d$.

На рис. 5 приведены фотографическая и визуальные кривые средних разностей, редуцированные за стохастический процесс (второе приближение).

Для получения количественных характеристик периодическая составляющая изменения блеска представлялась формулой

$$\Delta m_b = -A_0 \cos \frac{2\pi \Delta t}{P_0 + \alpha_0 \Delta t}, \quad (1)$$

где Δm_b — вычисленное значение периодической составляющей блеска, A_0 — амплитуда периодической составляющей, P_0 — начальный период для $\Delta t = 0$, α_0 — коэффициент прироста периода за сутки.

Первоначально Δm_b вычислялась с приближенными значениями A_0 , P_0 и α_0 , а затем решалась система уравнений по способу наименьших квадратов и определялись поправки ΔA , ΔP и $\Delta \alpha$, а также их ошибки.

Для получения коэффициентов условных уравнений формула (1) дифференцировалась в частных производных и получена формула (2)

$$\Delta m_H - \Delta m_b = -\cos \frac{2\pi \Delta t}{P_0 + \alpha_0 \Delta t} \cdot \Delta A - \frac{2\pi A_0 \Delta t}{(P_0 + \alpha_0 \Delta t)^2} \sin \frac{2\pi \Delta t}{P_0 + \alpha_0 \Delta t} \cdot \Delta P - \frac{2\pi A_0 \Delta t^2}{(P_0 + \alpha_0 \Delta t)^2} \sin \frac{2\pi \Delta t}{P_0 + \alpha_0 \Delta t} \cdot \Delta \alpha. \quad (2)$$

После решения двух систем из 85 уравнений по способу наименьших квадратов получены параметры периодического процесса:

Фотографическая кривая: $A_0 = 0^m.38 \pm 0^m.008$; $P_0 = 17^d.3 \pm 0^d.23$; $\alpha_0 = -0.082 \pm 0.037$.

Визуальная кривая: $A_0 = 0^m.30 \pm 0^m.009$; $P_0 = 18^d.45 \pm 0^d.27$; $\alpha_0 = -0.052 \pm 0.044$.

Теоретические кривые, полученные по формуле (1) с найденными параметрами, показаны сплошными линиями на рис. 5.

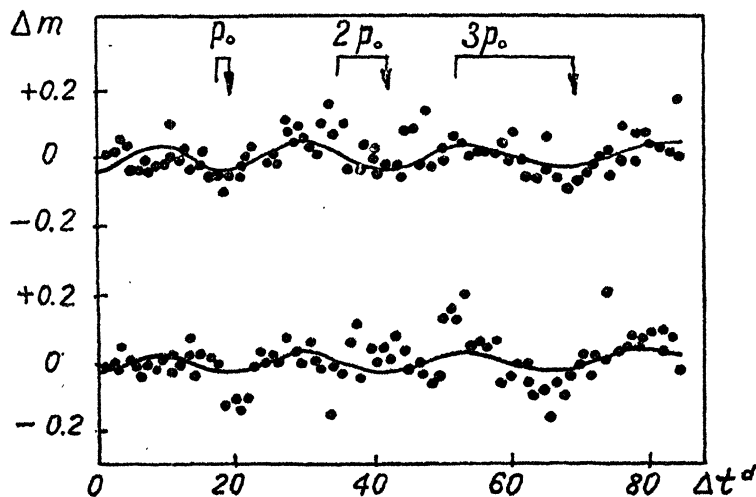


Рис. 5.

Обнаруженный эффект невелик. Полная амплитуда колебаний блеска фотографической кривой ($A = 2A_0$) составляет всего лишь около $0^m.08$, а для визуальных наблюдений она еще меньше — $0^m.06$.

Обнаруженный эффект, вероятно, может быть объяснен осевым вращением звезды. Минимальный период $P_0 \approx 18^d$ соответствует вращению наиболее глубокого доступного наблюдениям слоя протяженной атмосферы звезды. Осевое вращение возможно связано со смещениями асимметрично расположенных очагов активности. Движение их происходит по раскручивающейся спирали. Применим к движению этих предполагаемых очагов активности закон Кеплера, связывающий квадраты периодов обращения с кубами расстояний. Если радиус орбиты для начального периода принять за единицу, то для $\Delta t = 85^d$ период уже равен $24^d.5$, а радиус орбиты составляет 1.25.

Не исключено, что массы газа активных очагов вообще покидают звезду. Идею о возможности потери массы звездами типа Т Тау высказал Холопов, 1970. Обнаруженный эффект возможно и является фотометрическим подтверждением этого явления.

Обнаруженный эффект скрытой периодичности и возможного истечения вещества относится к недалекому прошлому звезды. В настоящее время звезда стабилизировалась. Что будет происходить со звездой в дальнейшем, пока не ясно.

В заключение считаю приятным долгом выразить благодарность М.В. Соколову за большую вычислительную помощь.

Литература

- Амбарцумян В.А., 1957, Нестационарные звезды, Изд. АН Арм.ССР, Ереван.
 Бейер, 1937 — Beyer M., AN **263**, 67.
 Венцель, 1961 — Wenzel W., VSV **5**, Н.1.
 Зайцева Г.В., 1967, АЦ № 440; 1968, ПЗ **16**, № 4, 435.
 Зданчук И.Г., 1971, ПЗ **17**, № 6, 681.
 Ищенко И.М., 1964, ПЗ **15**, № 2, 143; 1972, ПЗ **18**, № 3, 293; 1973, АЦ № 793; 1974, IBVS № 865; 1979, АЦ № 1061.
 Колотиллов и Зайцева Г.В., 1976, Астрофизика **12**, вып. 1, 31.
 Курочкин Н.Е., 1963, ПЗ **14**, № 4.
 Лукацкая Ф.И., 1969, Статистические исследования блеска неправильных и полуправильных переменных звезд. "Наукова думка".
 Мартынов Д.Я., 1951, Энг. изв. № 26, 17, 87.
 Паренаго П.П., 1954, Труды ГАИШ, **25**.
 Холопов П.Н., 1970, Эруптивные звезды, "Наука", 241.
 Хофмейстер, 1949 — Hoffmeister C., AN **278**, 24.
 Цесевич В.П., Драгомирская Б.А., 1973, Звезды типа RW Возничего, "Наукова думка".
 Чугайнов П.Ф., 1966, IBVS № 122.
 Эш, 1930 — Esch M., Valkenburg Veröffentlichungen **1**, 83.

Ташкентский электротехнический
ин-т связи. Кафедра физики

Поступила в редакцию
7 июля 1981 г.