

Переменные звезды **21**, № 5, 763–765, 1982
Variable Stars **21**, No 5, 763–765, 1982

**Статистический анализ кривой блеска переменной звезды
 W Персея
 И.А. Ключ**

Показано, что процесс изменения блеска W Персея является стационарным случайным процессом. На кривой блеска обнаружены узкополосные случайные шумы (циклы) продолжительностью 485 и 2667 дней. Пики на спектре мощности, соответствующие этим циклам, превышают 90%-ный доверительный интервал. Цикл со средней продолжительностью 2667 дней обнаружен впервые.

**A Statistical Analysis of the Light Curve of the
 Variable Star W Persei
 I.A. Klyus**

It is shown that the process of light variations of W Persei is the stationary stochastic process. The narrow-banded occasional noises (cycles) with average durations 485 and 2667 days, have found on the light curve. Peaks in the power spectrum exceed 99% confidence interval. For the first time the cycle with the average duration 2667 days has been found.

Исследуемая звезда принадлежит к полуправильным переменным звездам типа SRb, которые характеризуются плохо выраженной периодичностью, временами прерываемой периодами неправильных колебаний или постоянства блеска. Опыт исследования подобных типов звезд показывает, что это типичные стохастические объекты. Следовательно, анализ кривой блеска W Персея и подобного типа звезд должен проводиться только на основе широкого применения методов математической статистики.

Данные об изменениях блеска W Персея брались из работы (Мейолл, 1953). В ней приведена кривая блеска, построенная по визуальным наблюдениям AA VSO с 1908 по 1953 г. (JD 2418000–2433980). Небольшие разрывы в наблюдениях устранялись при помощи графической интерполяции. Таким образом, удалось получить эквидистантную кривую блеска W Персея, состоящую из 800 точек, расположенных друг от друга через 20 дней.

Описание методики статистического анализа переменных звезд приведено в работе (Ключ, Лобусов, 1975).

Максимальное значение блеска W Персея составляет 8^m70 , минимальное — 11^m80 . Кривая блеска звезды характеризуется следующими статистическими параметрами: средним блеском $\bar{x} = 9^m81$, дисперсией

$D = 0.262$ и угловым коэффициентом линейного тренда $m = 2.84 \cdot 10^{-4}$. Размах изменения блеска, обусловленный трендом $a = 0.011$, что не превышает среднюю ошибку наблюдений.

Для того, чтобы установить, является ли процесс изменения блеска звезды стационарным или нет, использовался тест стационарности основанный на критерии серий (Бендат, Пирсол, 1974). Тест проверял стационарность изменения среднего блеска и дисперсии при уровне значимости $\alpha = 0.05$. Данные теста расположены в таблице.

Таблица

n	$n_{16;0.975}$	n_x	n_D	$n_{16;0.025}$
16	11	16	11	22

В первом столбце таблицы находится ожидаемое число серий; во втором и пятом столбцах соответственно нижняя и верхняя доверительные границы ожидаемого числа серий; в третьем и четвертом столбцах положены наблюдаемое количество серий значений среднего блеска и средней дисперсии. Данные таблицы показывают, что гипотеза о стационарности процесса относительно изменения среднего блеска и дисперсии W Персея не отвергается при уровне значимости $\alpha = 0.05$. В дальнейших вычислениях линейный тренд был исключен, поскольку может маскировать пики на низких частотах спектра мощности.

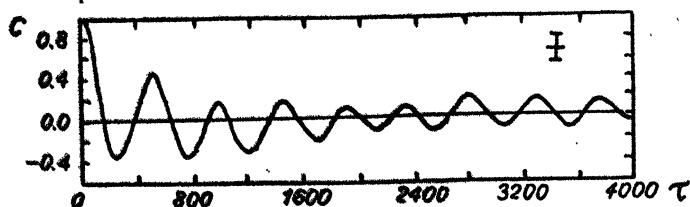


Рис. 1. График корреляционной функции W Персея. По оси абсцисс отложены сдвиги в днях. Вертикальной чертой указана удвоенная стандартная ошибка корреляционной функции для больших сдвигов.

Быстрое затухание корреляционной функции — КФ (рис. 1), функции которой при больших сдвигах становятся сравнимыми с величиной стандартной ошибки, свидетельствует о том, что процесс изменения блеска W Персея, скорее всего, является стохастическим. То, что флуктуации не меньше, а по величине сравнимы со стандартной ошибкой, можно объяснить двумя причинами. Во-первых, тем, что максимальный сдвиг, равный 4000 дней, явно недостаточен, и, во-вторых, затухание КФ является следствием коррелированности ее (Дженкинс и Ваттс, 1971). Этот эффект способствует тому, что первоначальная оценка КФ не всегда затухает также быстро как ее математическое ожидание.

Корреляционная функция колеблется с периодом, примерно 480 дней. По причинам, описанным выше, следует ожидать, что затухание представляет узкополосный случайный шум, т.е. цикл.

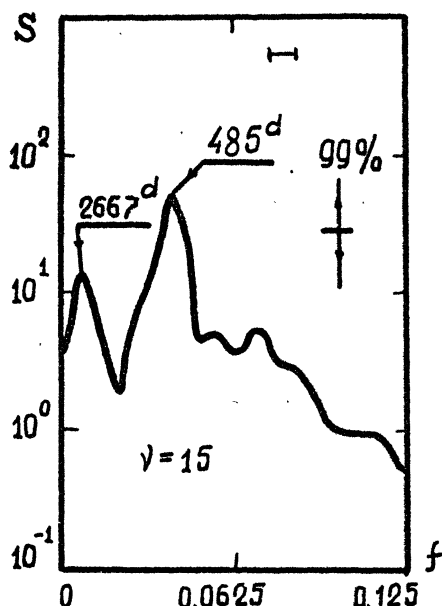


Рис. 2. График нормированного спектра мощности. По оси абсцисс отложены частоты, обратные двадцати дням. Вертикальной стрелкой обозначен 99% доверительный интервал, горизонтальной чертой — ширина полосы частот.

сунке видно, что амплитуда этого цикла изменяется с периодом, примерно равным 3000 дней.

Нормированный спектр мощности (рис. 2) позволяет более точно определить периоды колебаний. Каждому из них соответствует свой пик. Периоды равны: $P_1 = 484.8 \pm 14.7 \approx 485^d$ и $P_2 = 2666.7 \pm 457.1 \approx 2667^d$. Оба пика превышают 99%-ный доверительный интервал. Поскольку число степеней свободы на каждое оцениваемое значение спектра $\nu = 15$, можно считать, что пики действительно существуют.

Более тонкая проверка, характеризуют ли пики, обнаруженные на спектре мощности, детерминированные колебания или узкополосные случайные шумы, осуществлялась при помощи теста периодичности. Оказалось, что они представляют узкополосные случайные шумы (циклы). Средняя амплитуда цикла $P_1 = 485^d$ равна $A_1 = 0^m 49$. Амплитуда цикла $P_2 = 2667^d$ равна $A_2 = 0^m 27$.

Цикл с продолжительностью 2667 дней на кривой блеска W Персея обнаружен впервые.

Литература

- Бендат Д. и Пирсол А., 1974, Измерение и анализ случайных процессов, "Мир", М.
 Дженкинс Г. и Ваттс Д., 1971, Спектральный анализ и его приложения, вып. 1, "Мир", М.
 Ключ И.А. и Лобусов И.И., 1975, ПЗ 20, 13.
 Мейолл, 1953 — Mayall M.W., J. Roy, 'Astron. Soc. Canada 47, 166.

Одесский электротехнический
 ин-т связи им. А.С.Попова

Поступила в редакцию
 16 апреля 1980 г.