АСТРОФИЗИКА

ТОМ 34 АПРЕЛЬ, 1991 ВЫПУСК 2

УДК: 524.722.3:520.849.7

СООТНОШЕНИЕ ПЕРИОД-СВЕТИМОСТЬ ДЛЯ КЛАССИЧЕСКИХ ЦЕФЕИД БОЛЬШОГО МАГЕЛЛАНОВА ОБЛАКА

Р. А. ВАРДАНЯН, А. В. ПОГОСЯН

Поступила 12 декабря 1990

Принята к печати 25 декабря 1990

С использованием нового метода, позволяющего учесть влияние светимости и цвета цефеид получено соотношение период—светимость для классических цефеид Большого Магеллланова Облака. Показано, что точность определения расстояний галактик с помощью этого соотношения зависит значительно от интервала значений периодов цефеид. Определен интервал периодов, который дает наиболее точные расстояния галактик.

1. *Введение.* Определение расстояний галактик, содержащих классические цефеиды, требует знания соотношения абсолютная звездная величина—логарифм периода для этих звезд, а также величины межзвездного поглощения. Оказывается, однако, что точность определения расстояний галактик неодинакова для цефеид с различными периодами. Она зависит значительно от периодов использованных цефеид.

В настоящей работе уточняется соотношение период—светимость для классических цефеид БМО с учетом влияния абсолютной звездной величины и истинного цвета этих звезд на соотношение период—светимость. Определен интервал значений периодов, дающих наиболее точные расстояния галактик.

2. *Учет влияния светимости и цвета цефеид на соотношение период—светимость.* Для исследования этого влияния мы поступили следующим образом.

По данным работы Мартина и др. [1], содержащей 78 классических цефеид, принадлежащих галактике Большое Магелланово Облако (БМО), был составлен список пар звезд: (1,2), (2,3), (3,4),... (73, 74), где цифры в скобках соответствуют номерам цефеид, в порядке увеличения $\lg P$, где P—период звезды. Таким образом был составлен список 73 пар цефеид. Причем члены каждой пары мало отличаются по P (разность не превышает сотые доли величины $\lg P$).

Это означает, что члены каждой из пар имеют практически одинаковые светимости и цвета, так как период цефеиды однозначно определяет ее светимость и цвет согласно известным зависимостям.

$$M = a \lg P + b, \tag{1}$$

$$(B - V)_0 = a' \lg P + b', \tag{2}$$

где M—абсолютная звездная величина, $B—V$—показатель цвета, a, b, a' и b'—постоянные.

Следовательно, в каждой паре нашего списка разность между звездными величинами и цветами фактически обусловлена только межзвездным поглощением. Например, для визуальной области спектра можно записать

$$\Delta V = \Delta A_V, \tag{3}$$

$$\Delta (B - V) = \Delta E_{B-V}, \tag{4}$$

где Δ—знак разности, A_V—межзвездное визуальное поглощение, а E_{B-V} —избыток цвета.

Определенным подтверждением справедливости формул (3) и (4) является тот факт, что для более чем 90% наших пар цефеид разности ΔV и $\Delta(B—V)$ имеют одинаковые знаки.

Отметим, что из нашего рассмотрения были исключены 4 звезды (*HV* 2353, *HV* 12765, *HV* 12869 и *HV* 2301), входящие в список Мартина и др. [1], которые от звезд с почти совпадающими величинами $\lg P$ отличаются по величинам ΔV более чем на $0^m.5$.

3. Вывод соотношения период—светимость. Для определения величины межзвездного поглощения по известному избытку цвета следует знать отношение ее к избытку цвета. Для визуальной области оно равно

$$R = \frac{A_V}{E_{B-V}}.$$

Легко показать, что это отношение

$$R = \frac{\Delta \overline{V}}{\Delta (\overline{B - V})} = \frac{\Delta \overline{A}_V}{\Delta \overline{E}_{B-V}}, \tag{5}$$

где черточка сверху означает, что рассматриваются средние значения соответствующих величин.

Расчеты, основанные на данных нашего списка пар цефеид, показывают, что для БМО мы имеем $R = 2.6$.

С другой стороны, как показано нами в работе [2], с использованием данных о классических цефеидах Галактики, БМО, М31 и NGC 300, существует следующее соотношение между истинным цветом цефеиды $(B—V)_0$ и ее периодом:

$$(B-V)_0 = 0.22 \lg P + 0.42. \quad (6)$$

Вычислив для цефеид в наших парах величину $(B—V)_0$, мы по известным величинам $B—V$ определяем для них избытки цветов E_{B-V}, а затем по формуле

$$V_0 = V - 2.6 E_{B-V} \quad (7)$$

и величины V_0.

На рис. 1 представлена зависимость между величинами V_0 и $\lg P$ для всех классических цефеид нашего списка.

Решение наименьших квадратов этих данных приводит к следующей зависимости:

$$V_0 = -3.07 \lg P + 17.45 \quad (8)$$

с коэффициентом корреляции $\rho = 0.993$.

Из этой зависимости можно перейти к соотношению период—светимость, зная расстояние БМО. Согласно [1, 3], модуль расстояния БМО равен $18^m.55 \pm 0.10$. Подставляя это значение в формулу (8) имеем окончательно

$$M_V = -3.07 \lg P - 1.10. \quad (9)$$

Это соотношение только незначительно отличается от соотношения период—светимость, полученного новым методом Гиреном [4] для классических цефеид Галактики.

4. *Выбор интервала периодов, обеспечивающих наиболее высокую точность определения расстояний галактик.* Исследование показывает, что точность определения расстояний галактик, содержащих классические цефеиды, с помощью соотношения период—светимость зависит от интервала значений периодов использованных цефеид.

Для определения зависимости точности определения расстояний галактик от величины периодов цефеид мы воспользовались следующим методом.

Соотношение период—светимость для классических цефеид было определено многими исследователями. В литературе мы выбрали работы [1, 4—7] по этому вопросу, где приводится соотношение (1) с восьмью разными комбинациями значений коэффициентов a и b, полученными на основе наблюдательных данных. Добавляя к этому наше соотношение (9),

мы вычислили величину M_v по всем этим соотношениям для следующих значений периода: $\lg P = 0.25$, 0.50, 0.75, 100, 1.25, 1.50, 1.75 и 2.00. Далее, по полученным значениям M_V были вычислены среднеквадратичные отклонения $\sigma(M_v)$ от среднего значения этого параметра.

Таким же образом, для тех же значений $\lg P$ были вычислены истинные цвета цефеид $(B—V)_0$, используя уже всего 5 соотношений вида (2), вместе с нашим (8), коэффициенты a' и b' и среднеквадратичные отклонения $\sigma(B—V)_0$.

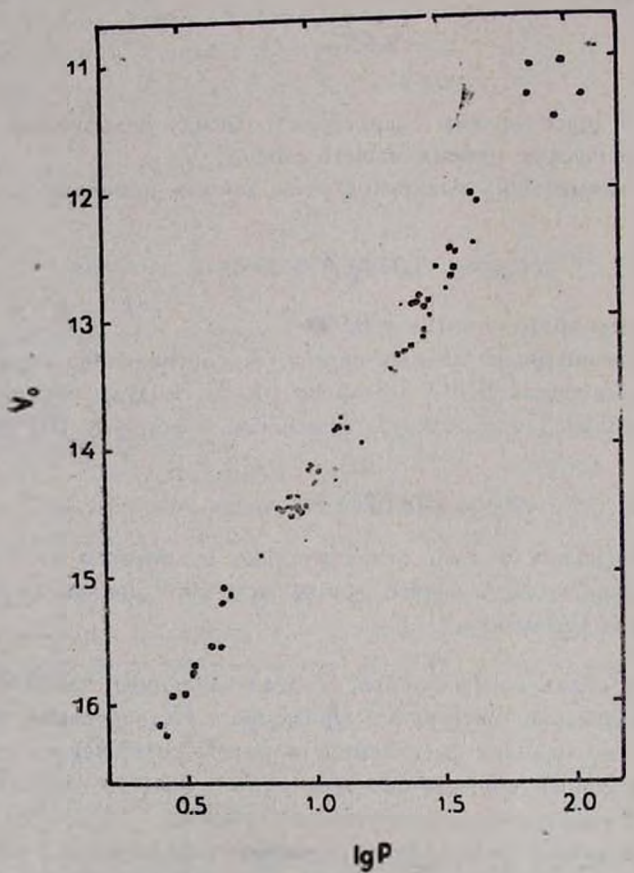

Рис. 1. Зависимость период—светимость для цефеид БМО.

Полученные результаты приведены в табл. 1, а зависимости среднеквадратичных отклонений $\sigma(M_V)$ и $\sigma(B—V)_0$ от $\lg P$ графически представлены на рис. 2. Они, в частности рис. 2, наглядно показывают, что среднеквадратичные отклонения минимальные в интервале значений пе-

Таблица 1

СРЕДНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН M_V и $(B-V)_0$ И СРЕДНЕКВАДРАТИЧНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ НИХ $\sigma(M_V)$ И $\sigma(B-V)_0$ КЛАССИЧЕСКИХ ЦЕФЕИД

$\lg P$	$\overline{M_V}$	$\sigma(M_V)$	$\overline{(B-V)_0}$	$\sigma(B-V)_0$
0.00	−1.14	±0.110	0.31	±0.104
0.25	−1.88	0.087	0.40	0.075
0.50	−2.63	0.065	0.50	0.043
0.75	−3.40	0.052	0.59	0.033
1.00	−4.13	0.039	0.68	0.045
1.25	−4.88	0.039	0.78	0.073
1.50	−5.63	0.050	0.88	0.104
1.75	−6.39	0.067	0.96	0.128
2.00	−7.14	0.089	1.06	0.167

риодов $0.7 < \lg P < 1.1$. Это дает нам основание считать, что при определении расстояний галактик, содержащих классические цефеиды, с помощью соотношения период—светимость этих звезд наиболее высокая

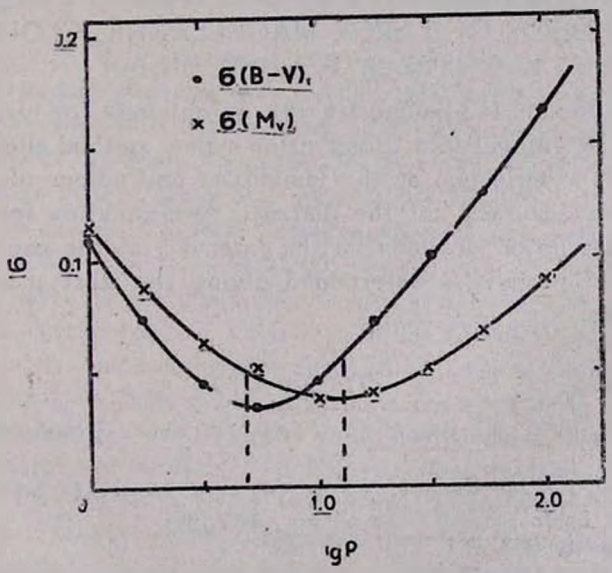

Рис. 2. Зависимости среднеквадратичных отклонений истинных цветов $(B-V)_0$ (точки) и абсолютных величин (M_V) (крестики) классических цефеид галактик от логарифма их периодов $(\lg P)$.

точность достигается при использовании этого интервала периодов. Например, в случае галактики БМО среднеквадратичное отклонение модуля расстояния, определяемого по цефеидам с периодами в этом интервале, равно всего $\sigma(V_0 - M_V) = \pm 0.10$.

5. *Заключение.* Анализ данных о классических цефеидах галактики БМО, содержащихся в работе Мартина и др. [1], позволил получить соотношение период—светимость (9), с учетом влияния на это соотношение светимости и цвета этих звезд.

Межзвездное поглощение вычислено с использованием отношения $R = 2.6$ визуального поглощения A_V к избытку цвета E_{B-V}, определенного по формуле (5).

Показано, что точность определения расстояний галактик, по классическим цефеидам, наиболее высокая для интервала значений периодов $0.7 < \lg P < 1.1$.

Авторы выражают благодарность профессору Л. В. Мирзояну за ценные советы и научному сотруднику обсерватории А. А. Акопяну за помощь в вычислениях.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

THE PERIOD-LUMINOSITY RELATIONS FOR CLASSICAL CEPHEIDS OF LARGE MAGELLANNIC CLOUD

R. A. VARDANIAN, A. V. POGOSIAN

The relation period-luminosity (9) is obtained for classical cepheids of the Large Magellanic Cloud using a new method allowing to take into account the influence of the luminosity and colour of stars. It is shown that the accuracy of the distance determination for galaxies by means of this relation depends on the interval of the cepheid periods. The interval of periods is determined giving the most accurate distances of galaxies.

ЛИТЕРАТУРА

1. *W. L. Martin, P. R. Warren, M. W. Feast*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 188, 139, 1979.
2. *Р. А. Варданян, А. В. Погосян*, Сообщ. Бюракан. обсерв. (в печати).
3. *M. W. Feast*, South African Observ. Circ., 397, 1984.
4. *W. P. Gieren*, Astrophys. J., 329, 790, 1988.
5. *J. F. Deen, P. R. Warren, A. W. J. Caustns*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 183, 569, 1978.
6. *Л. Н. Бердников*, Перемен. звезды, 22, 505, 1987.
7. *J. A. R. Coldwell, I. M. Coulson*, Astron. J., 93, 1090, 1987.