А С Т Р О Ф И З И К А

ТОМ 37 АВГУСТ, 1994 ВЫПУСК 3

УДК: 524. 66

ЗАВИСИМОСТЬ ЦВЕТА СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК МАРКАРЯНА ОТ ИХ НАКЛОННОСТИ

Р.А.ВАРДАНЯН, М.А.АЙРАПЕТЯН

Поступила 7 мая 1994
Принята к печати 10 июля 1994

Показано, что цвет ($U-V$) галактик Маркаряна возрастает с наклоненностью самих галактик. Указано, что ширины эмиссионных линий, ультрафиолетовые избытки и наклоненности спиральных галактик Маркаряна (в узких интервалах красного смещения $\Delta z = 0.004$) взаимосвязаны.

1. *Введение.* В предыдущих работах [1,2] было показано, что наличие сильных эмиссионных линий в спектрах квазаров и галактик с ультрафиолетовым избытком приводит к наблюдательной селекции в зависимости от их расстояний. Именно, вследствие этого, например, для определенных расстояний наблюдается больше квазаров и ложная дискретизация красных смещений квазаров.

В настоящей статье показывается, что наблюдаемые цвета $U-V$ спиральных галактик Маркаряна зависят от их наклоненности в пространстве, в узких интервалах расстояний ($\Delta z = 0.004$).

Как было отмечено в работе [1], для галактик и квазаров цвета $U-B$, $B-V$ и параметр Q зависят как от интенсивности сильных эмиссионных линий, так и от красного смещения. А подобная зависимость может исказить истинную картину зависимости между цветами $U-V$ и наклоненностью галактик, если ее не учитывать. Чтобы исключить этот эффект, зависимость между цветом $U-V$ и наклоненностью галактик рассматривается в узких интервалах $\Delta z = 0.004$.

2. *Статистическое исследование галактик Маркаряна.* Для исследования были выбраны галактики Первого Бюраканского обзора неба [3], имеющие

сильный УФ–избыток. Выбранные объекты принадлежат к классу спиральных галактик, для которых искалась связь между фотометрическим цветом $U—V$ и наклоненностью (отношением большой оси a галактики к малой b, размеры которых измерены на пластинках UV галактик). Для полноты, выбранные нами объекты с известными величинами $B—V$ и $U—B$ охватывают только интервал до $m = 15^m.5$. Общее число рассмотренных нами галактик 138.

Выбранные галактики были разделены на группы по росту величины z, шириной $\Delta z = 0.004$, начиная от $z = 0.002$. Всего оказалось десять таких групп. (В последней группе интервал $\Delta z > 0.004$, потому что последующие интервалы по Δz охватывают малое число галактик).

Для всех галактик были определены отношения $\frac{a}{b}$ с соответствующим значением $U—V$. Чтобы избежать наблюдательной селекции по светимости, для каждого интервала Δz галактики были расположены по увеличению абсолютной звездной величины. После этого в каждой группе были составлены две выборки галактик, состоящие из галактик с цветами $(U — V)_{min}$ и $(U — V)_{max}$, соответственно выбранных из каждой тройки.

Сущность использованного нами метода изложена в работе [1]. В данной работе, из–за малочисленности объектов для каждого интервала Δz (среднее количество объектов на каждом интервале равно 14), с целью повышения статистического веса, мы выбрали пары из каждых последующих трех членов. После этого были построены зависимости между отношениями $\frac{a}{b}$ и цветами $(U — V)_{min}$ и $(U — V)_{max}$. Для наглядности эти зависимости для двух интервалов Δz приведены на рис.1

Полученные результаты показывают:

а) Для галактик с $z > 0.02$ в обеих выборках $(U — V)_{min}$ и $(U — V)_{max}$ наблюдется тенденция возрастания цвета $U—V$ с увеличением отношения $\frac{a}{b}$ (см. рис.1).

б) В случае $z \leq 0.02$ не обнаружено увеличение цвета $U—V$ в зависимости от $\frac{a}{b}$.

Исходя из этого, все галактики были разбиты на две группы по z : $z \leq 0.02$ и $z > 0.02$, в каждой из которой галактики расположены по росту красного смещения.

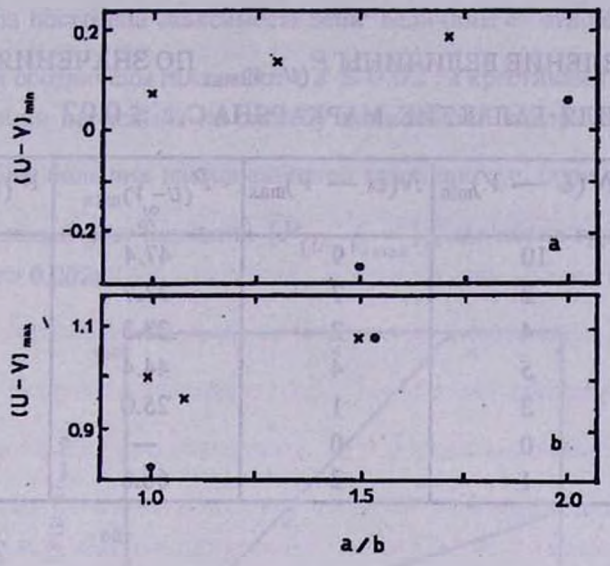

Рис.1. Зависимости $(U - V)_{min}$ (a) и $(U - V)_{max}$ (b) от отношения $\frac{a}{b}$, в случае $z > 0.02$: крестики — $z = 0.034 \div 0.038$, точки — $z = 0.022 \div 0.026$.

Здесь, как и в предыдущем случае, для каждой группы были составлены две выборки, состоящие из галактик с цветами $(U - V)_{min}$ и $(U - V)_{max}$, выбранных из каждой тройки. Галактики были разбиты на интервалы по величине $\frac{a}{b}$ с шагом $\Delta(\frac{a}{b})$ 0.25; 1–1.25; 1.25–1.5; 1.5–1.75; 1.75–2.0; 2.0–2.25 и ≥ 2.5. В каждом интервале было определено количество галактик с цветами $(U - V)_{max}$ и $(U - V)_{min}$ и для каждого интервала $\frac{a}{b}$ вычислен следующий параметр:

$$P_{(U-V)_{max}} = \frac{N(U - V)_{max}}{N(U - V)_{max} + N(U - V)_{min}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $N(U - V)_{max}$ и $N(U - V)_{min}$ числа галактик в вышеуказанных интервалах значений $\frac{a}{b}$ из выборки $(U - V)_{max}$ и $(U - V)_{min}$ соответственно.

Таблица 1

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ $P_{(U-V)_{max}}$ ПО ЗНАЧЕНИЯМ $\frac{a}{b}$ ДЛЯ ГАЛАКТИК МАРКАРЯНА С $z \leq 0.02$

$\Delta(\frac{a}{b})$	$N(U-V)_{min}$	$N(U-V)_{max}$	$P_{(U-V)_{max}}$ %	$[P_{(U-V)_{max}}]_\phi$ %
1.00–1.25	10	9	47.4	47.4
1.25–1.50	2	7	77.7	47.4
1.50–1.75	4	2	33.3	33.3
1.75–2.00	5	4	44.4	44.4
2.00–2.25	3	1	25.0	44.4
2.25–2.50	0	0	—	—
≥ 2.50	1	2	66.6	66.6

Таблица 2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ $P_{(U-V)_{max}}$ ПО ЗНАЧЕНИЯМ $\frac{a}{b}$ ДЛЯ ГАЛАКТИК МАРКАРЯНА С $z > 0.02$

$\Delta(\frac{a}{b})$	$N(U-V)_{min}$	$N(U-V)_{max}$	$P_{(U-V)_{max}}$ %	$[P_{(U-V)_{max}}]_\phi$ %
1.00–1.25	13	9	40.9	40.9
1.25–1.50	4	3	42.8	42.8
1.50–1.75	3	6	66.7	66.7
1.75–2.00	20	1	100.0	100.0
2.00–2.25	0	0	—	—
2.25–2.50	0	0	—	—
≥ 2.50	0	1	100.0	100.0

Соответствующие значения вычисленных величин собраны в табл.1 и 2, где в первом столбце приведены значения интервалов $\Delta(\frac{a}{b})$, во втором и третьем — $N(U-V)_{min}$ и $N(U-V)_{max}$, в четвертом и пятом — $P_{(U-V)_{max}}$ и $[P_{(U-V)_{max}}]_\phi$, вычисленные по формуле (1) после медианно фильтрациии [4].

Используя значения $[P_{(U-V)_{max}}]_\phi$, которые остались после медианной фильтрации, была построена зависимость этой величины от отношения $\frac{a}{b}$ (рис.2), где точками обозначены галактики с $z \leq 0.02$, а крестиками — галактики с $z > 0.02$. Линии проведены по способу наименьших квадратов. Как видно из рис.2. в случае больших наклоненностей галактик, т.е. с увеличением $\frac{a}{b}$, мы наблюдаем явный рост значения $[P_{(U-V)_{max}}]_\phi$ для обеих групп (особенно для галактик с $z > 0.002$).

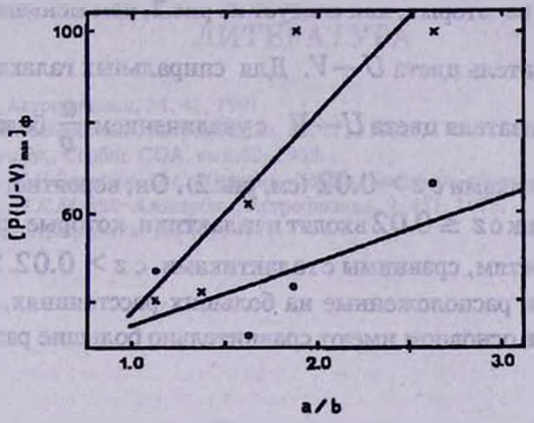

Рис.2. Зависимость $[P_{(U-V)_{max}}]_\phi$ от величины $\frac{a}{b}$ для спиральных галактик Маркаряна: точки — галактики с $z \leq 0.02$, крестики — галактики с $z > 0.02$.

3. *Обсуждение результатов.* Анализ данных галактик Маркаряна с УФ–избытком показывает, что действительно существует корреляция между величиной цвета $U—V$ и наклоненностью галактики в узких интервалах красного смещения, т.е. чем больше наклоненность галактики, тем более положительные значения мы получаем для $U—V$.

В пользу этого результата говорят и данные, показывающие, что наклоненность галактики может влиять на ширину спектральных линий [5]. При наблюдении галактик в анфас эмиссионные линии оказываются сравнительно широкими. Отметим, что согласно исследованию Аракеляна [6] ширина спектральных линий, особенно ширина H_β, зависит от степени $U—V$ избытка га-

лактики: с увеличением величины УФ–избытка увеличиваются и ширины спектральных линий H_β, особенно для сейфертовских галактик.

Здесь уместно также рассмотреть частоту распределения спиральных галактик Маркаряна в зависимости от наклоненности галактик ($\frac{a}{b}$). С этой точки зрения, как следует из табл.1 и 2, 60% рассмотренных нами галактик (вместо ожидаемых 30%) имеют наклоненность меньше 45^0 (т.е. $\frac{a}{b} < 1.5$). Это нетрудно понять, если учесть, что, во–первых, галактики Маркаряна выбирались по UV—избыткам, и, во–вторых, как следует из рис.2, чем меньше отношение $\frac{a}{b}$, тем меньше показатель цвета $U—V$. Для спиральных галактик Маркаряна с $z \leq 0.02$ рост показателя цвета $U—V$ с увеличением $\frac{a}{b}$ более медленный по сравнению с галактиками с $z > 0.02$ (см. рис.2). Он, вероятно, обусловлен тем, что в состав галактик с $z \leq 0.02$ входят и галактики, которые как по размерам, так и по светимостям, сравнимы с галактиками с $z > 0.02$. Это объясняется тем, что галактики расположенные на больших расстояниях, из–за наблюдательной селекции в основном имеют сравнительно большие размеры и высокие светимости.

4. *Заключение.* Показано, что для галактик Маркаряна величина $U—V$ зависит от наклоненности самих галактик: с увеличением наклоненности галактик их цвет ($U—V$) возрастает.

С другой стороны, результаты работ [5,6] и данной статьи указывают на то, что ширина эмиссионных линий, ультрафиолетовые избытки, отношение большой оси галактики к малой в узких интервалах красного смещения ($\Delta z = 0.004$) взаимосвязаны.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория, Армения

THE DEPENDENCE OF COLOUR OF MARKARIAN SPIRAL GALAXIES ON THEIR SPACE ORIENTATION

R.A.VARDANIAN, M.A.AIRAPETIAN

It is shown that the colour ($U - V$) for Markarian galaxies is increasing with their inclination. It is pointed out that the widths of emission lines, ultraviolet excesses and inclinations of Markarian spiral galaxies (in the narrow intervals of redshift $\Delta z = 0.004$) are mutually connected.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Р.А.Варданян*, Астрофизика, **34**, 41, 1991.
2. *Л.В.Мирзоян, Р.А.Вардянян*, Астрофизика, **35**, 211, 1991.
3. *Б.Е.Маркарян и др.*, Сообщ. СОА, вып.62, 1989.
4. *Р.А.Варданян, М.О.Закарян, М.С.Мирзоян*, Сообщ. Бюракан. обсерв., **52**, 127, 1980.
5. *Р.А.Варданян, Ю.К.Мелик-Алавердян*, Астрофизика, **9**, 451, 1973.
6. *М.А.Аракелян*, Астрофизика, **13**, 427, 1977.