

УДК: 524.35:524.7

О ФИЗИЧЕСКОЙ СВЯЗИ КВАЗАРОВ С БЛИЖАЙШИМИ ГАЛАКТИКАМИ

Р.А.ВАРДАНЯН

Поступила 28 октября 1997

Принята к печати 20 декабря 1997

Статистический анализ галактик и составляющих с ними пары-квазаров показывает, что, по крайней мере, достаточно большая часть квазаров находится на космологических расстояниях и не являются физическими соседями близких галактик.

1. *Введение.* Идея о существовании физической связи квазаров с ближайшими галактиками возникла почти сразу после открытия квазаров и обсуждается в литературе почти непрерывно с того времени [1-4]. Правда, эту точку зрения поддерживает лишь не очень большая группа астрофизиков, мнение которых также со временем частично претерпело изменения. Если сначала они отстаивали идею, что все квазары выброшены из близлежащих галактик, а их красное смещение имеет исключительно аномальный характер, то в последнее время они постепенно, видимо, отказываются от этой жесткой позиции.

Сказанное достаточно хорошо видно на примере новой работы Бербиджа [5], которая посвящена данной проблеме. В этой работе автор приводит два списка квазаров, которые, по его мнению, выброшены из близлежащих галактик и во многих случаях показывают признаки физической связи с указанными галактиками.

2. *Зависимость звездных величин и красных смещений квазаров от угловых расстояний между компонентами пар квазар-галактика.* Сравнение угловых размеров объектов является одним из наиболее надежных методов определения их расстояния. И если для определения индивидуального расстояния данного объекта этот метод требует дополнительной информации о его размерах, то при статистическом исследовании однотипных объектов или систем требования не такие жесткие, и сравнительный анализ дает хорошие результаты. Поэтому вопрос существования физической связи между квазарами и галактиками мы сначала рассмотрим с этой точки зрения.

При таком подходе в качестве "линейного размера" может быть

использовано угловое расстояние между квазаром и галактикой в данной паре. Ясно, что чем дальше данная пара от наблюдателя, тем меньше в статистическом смысле угловое расстояние $\Delta\Theta$ между ее компонентами. С другой стороны, с расстоянием пары в среднем увеличивается числовое значение видимой звездной величины. Для проведения соответствующего анализа объекты из списка Бербиджа [5] нами расставлены по возрастанию параметра $\Delta\Theta$.

На рис.1 показаны зависимости звездных величин и красных смещений

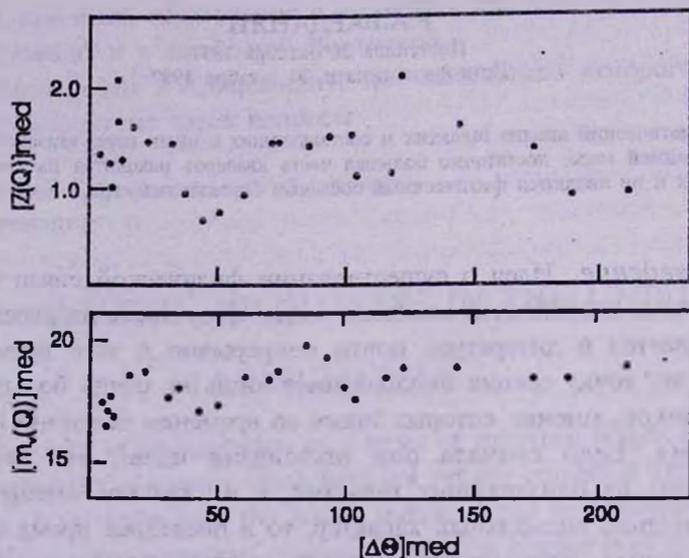


Рис.1. Зависимости звездных величин $m_v(Q)$ и красных смещений $z(Q)$ квазаров от угловых расстояний $\Delta\Theta$.

квазаров от угловых расстояний $\Delta\Theta$. Уже с первого взгляда ясно, что нет очевидной зависимости между указанными величинами. Тем не менее, нами сделана попытка в первом приближении аппроксимировать приведенные распределения линейной зависимостью. Рассмотрены три возможных способа. В первом случае (А) коэффициенты линейной зависимости (a и b) и коэффициент корреляции ρ определены из наблюдательного материала без предварительной обработки последнего. В двух остальных случаях начальный список, состоящий из 73 пар, сначала был разбит на подгруппы, состоящие каждая из пяти членов, причем разделение совершено по двум подсистемам, в которых подгруппы частично перекрывают друг друга. Таким образом получили следующую систему подгрупп по порядковым номерам:

$N=1-5; 4-8; 6-10; 9-13; \dots 66-70$ и $69-73$.

Далее, для каждой подгруппы определены медианные (В) и средние (С) значения красного смещения $z(\Theta)$, звездных величин $m_v(\Theta)$ и углового расстояния $\Delta\Theta$. Лишь после этого методом наименьших квадратов еще раз определены коэффициенты линейной зависимости, а также коэффициент корреляции.

В табл.1 приведены численные коэффициенты a_1 и b_1 , а также коэффициент корреляции для зависимости

$$m_v(\Theta) = a_1 \cdot \Delta\Theta + b_1 \quad (1)$$

в трех случаях (А-С).

Таблица 1

	a_1	b_1	ρ_1
А	0.0054	17.57	0.22
В	0.0089	17.40	0.57
С	0.0079	17.42	0.58

Таким образом, все три результата качественно совпадают. В данном случае наблюдается очень слабая прямая зависимость между величинами $m_v(\Theta)$ и $\Delta\Theta$. Правда, в первом случае коэффициент корреляции очень мал, но в остальных двух случаях, после медианной фильтрации или усреднения коэффициент корреляции становится больше половины. Таким образом, из результатов табл.1 непосредственно следует, что с увеличением углового расстояния $\Delta\Theta$ значения звездной величины $m_v(\Theta)$ не только не уменьшаются, но даже наблюдается некоторая тенденция к увеличению.

Если интерпретировать увеличение звездной величины как результат удаления объектов, то для физических пар мы должны были наблюдать систематическое уменьшение угловых расстояний между компонентами. Можно сделать следующие заключения: (а) данные объекты не являются физическими парами или (б) все они находятся на примерно одинаковом расстоянии, и эффект расстояния не играет никакой роли. Второе заключение сразу отпадает, так как, по крайней мере, для галактик, входящих в данный список, известно, что они находятся на совершенно разных расстояниях.

Из вышесказанного можно сделать лишь один вывод, что квазары и галактики, приведенные в работе [1] в качестве физических пар, не могут являться таковыми.

Аналогичная (1) зависимость была построена также между красным смещением квазаров и угловым расстоянием:

$$z(Q) = a_2 \times \Delta\Theta + b_2. \quad (2)$$

Полученные для (2) коэффициенты приведены в табл.2.

Таблица 2

	a_2	b_2	ρ_2
A	-0.000322	1.346	-0.031
B	-0.000077	1.333	-0.010
C	-0.000063	1.333	-0.011

Легко видеть, что в этом случае не имеет смысла говорить о какой-либо зависимости между $z(Q)$ и $\Delta\Theta$. Особо следует отметить тот факт, что в данном случае абсолютное значение коэффициента корреляции еще более уменьшается, когда используются данные, предварительно подвергнутые некоторой фильтрации медианным методом или усреднением. Как и в случае соотношения (1), полученный результат может быть интерпретирован выводами (а) и (б) с аналогичным заключением.

Правда, в данном случае есть некоторое отличие от первого случая. Сторонники некосмологического расстояния квазаров могут возразить, что некосмологическое красное смещение в спектрах квазаров преобладает и поэтому теряется любая корреляция между расстоянием этих пар и угловым расстоянием компонентов. Тем не менее, учитывая такое заключение, сделанное на основе анализа соотношения (1), подобное возражение кажется крайне неправдоподобным.

3. *Зависимость значений красного смещения квазаров от их звездных величин.* Естественно, что аналогичному анализу может быть подвергнута также и зависимость $m_v(Q)$ от $z(Q)$ для квазаров данной выборки. Для исследования этой зависимости мы подошли к задаче другим путем. В каждой отдельной подгруппе нами были отобраны пары квазаров с максимально отличающимися красными смещениями. Другими словами, в каждой группе отобраны те квазары, которые имеют минимальное значение красного смещения z_{\min} и максимальное значение z_{\max} .

В табл.3 приводятся значения величины z_{\max} , звездные величины $m_v(Q)$ квазаров, которые в данной подгруппе имеют z_{\max} , а также z_{\min} и соответствующие звездные величины $m_v'(Q)$.

Далее, на основе данных, приведенных в табл.3, нами был вычислен следующий параметр:

Таблица 3

НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ КВАЗАРОВ

$z_{\max}(Q)$	$m_v(Q)$	$z_{\min}(Q)$	$m_v(Q)$	$\Delta z_{\min}(Q)$	$\Delta m_v(Q)$
1.57	19.97	0.871	17.8	0.70	2.17
1.57	19.97	0.404	17.5	1.16	2.47
2.065	17.73	0.404	17.5	1.66	0.23
2.157	18.0	1.187	16.9	0.97	1.10
2.157	18.0	0.501	15.46	1.66	2.54
2.132	19.0	0.501	15.46	1.63	3.54
2.132	19.0	0.253	18.6	0.88	0.40
1.934	18.87	1.048	17.5	0.79	1.37
2.661	17.1	0.91	18.1	1.75	-1.00
2.661	17.1	0.371	16.1	2.29	1.00
0.949	19.5	0.070	14.5	0.88	5.50
0.963	19.3	0.070	14.5	0.89	4.80
2.192	20.0	0.200	15.19	1.99	4.81
2.192	20.0	0.335	18.5	1.86	1.50
2.205	21.0	0.335	18.5	1.87	2.50
2.205	21.0	0.645	18.16	1.56	2.84
1.940	19.2	0.174	17.84	1.77	1.36
1.945	19.8	0.174	17.84	1.77	1.96
2.40	18.7	0.533	15.8	1.87	2.90
2.547	18.2	0.599	18.9	1.95	-0.70
2.547	18.2	0.422	16.3	2.13	1.90
2.147	19.1	0.422	16.3	1.73	2.80
2.31	19.5	0.54	18.6	1.77	0.90
2.31	19.5	0.557	19.0	1.75	0.50

$$P(z)_{\max} = \frac{N(z)_{\max}}{N(z)_{\max} + N(z)_{\min}} \times 100 \quad (3)$$

для каждого интервала звездных величин $m_v(Q) = 14-15; 15-16; \dots; 21-22$. Величины $N(z)_{\max}$ и $N(z)_{\min}$ представляют собой количество квазаров в данных интервалах звездных величин, которые имеют соответственно максимальное значение красного смещения z_{\max} и минимальное значение z_{\min} .

Для наглядности на рис.2 приводится величина $P(z)_{\max}$ и зависимости от звездной величины квазаров. По сути дела, эта зависимость показывает частоту встречаемости квазаров в выбранных парах с максимальным значением красных смещений. Из приведенного графика однозначно следует, что абсолютное большинство (>90%) квазаров с максимальным значением красного смещения являются слабыми ($m_v(Q) > 19^m.0$). С другой

стороны, среди ярких квазаров ($m_v(Q) < 17^m.0$) чрезвычайно мал процент тех объектов, которые показывают максимальное значение красного смещения. Тем не менее совершенно ясно, что если квазары являются физическими соседями близких галактик, то такая картина не могла бы наблюдаться. Очевидно, что такая картина наблюдается лишь в том случае (по крайней мере в рамках известных нам физических механизмов), если причиной красного смещения является хаббловское расширение Вселенной.

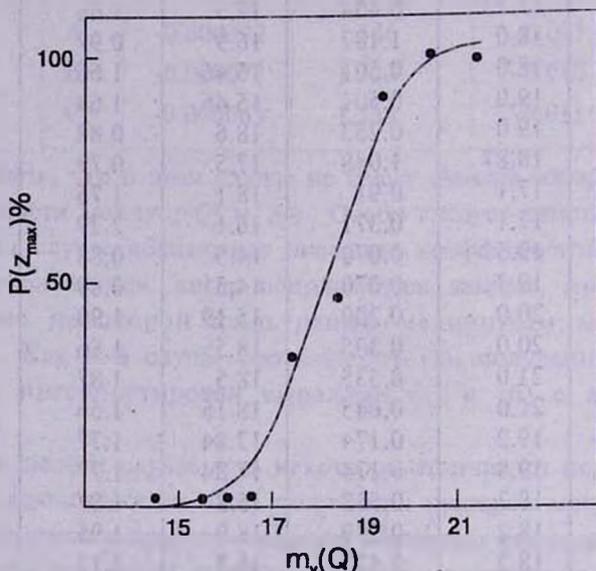


Рис.2. Зависимость величины параметра $P(z)_{max}$ от звездной величины квазаров $m_v(Q)$.

4. *Экранирование квазаров галактиками.* В предыдущих разделах, на основе анализа данных, приведенных в работе Бербиджа [1], было показано, что квазары данной выборки не могут быть физически связаны с близкими к нам галактиками. Теперь, исходя из предположения, что квазары не входят в физические пары с галактиками, обсудим вопрос экранирования квазаров галактиками.

Предполагая, что красное смещение квазаров имеет космологическое происхождение и, следовательно, квазары в пространстве расположены гораздо дальше, чем галактики, естественно было бы ожидать некоторый эффект экранирования квазаров близлежащими галактиками. В чем же выражается этот эффект? Во-первых, учитывая геометрические размеры галактик на небесной сфере, можно было бы ожидать, что чем ближе к нам расположена галактика, тем больше должно быть в среднем угловое расстояние $\Delta\theta$ ближайшего к ней квазара от центра галактики. Причина очевидна: увеличивается вероятность экранирования галактикой самых близких объектов фона.

Далее, с увеличением расстояний галактик их яркость падает, однако если квазары находятся гораздо дальше, то яркость квазаров, которые в проекции являются ближайшими соседями галактик, в среднем будет постоянна. Тогда, если предположение, что квазары находятся на космологических расстояниях, верно, мы будем наблюдать следующую картину. С увеличением расстояния (или уменьшения яркости) галактик среднее угловое расстояние квазаров уменьшится, параллельно уменьшится также и разница в звездных величинах галактики и соседнего квазара $\Delta m_v = m_v(Q) - m_v(G)$.

Данные, приведенные в работе Бербиджа [1], были проанализированы, также исходя из этих соображений. При анализе из указанного списка были исключены две пары, угловое расстояние между компонентами в которых больше трех минут. После этого все галактики из выборки Бербиджа [1] были распределены по звездным величинам следующим образом:

$$m_v(G) = 10-12; 12-14; 14-16 \text{ и } \geq 16.$$

Для каждого интервала были определены угловые расстояния между компонентами предполагаемых пар - галактиками и соответствующими квазарами, а также разница звездных величин этих же объектов. Медианные значения указанных величин приведены в табл.4. В последнем столбце этой таблицы приводятся количества пар (n), попавших в соответствующие интервалы.

Таблица 4

$m_v(G)$	$[\Delta\Theta]_{\text{med}}$	$\Delta(m_v)_{\text{med}}$	n
10-12	114	7.6	7
12-14	75	5.1	18
14-16	83	3.0	19
≥ 16	8.6	2.4	11

Приведенные в табл.4 данные показывают, что с ростом звездной величины галактик в среднем уменьшаются как угловые расстояния между компонентами пар, так и разница между их звездными величинами. Ясно, что уменьшение углового расстояния $[\Delta\Theta]_{\text{med}}$ с увеличением $m_v(G)$ (т.е с увеличением расстояния) можно было наблюдать и при физической связи между галактиками и квазарами. Однако уменьшение $\Delta(m_v)_{\text{med}}$ с увеличением $m_v(G)$ никак не может быть объяснено исключительно с этой точки зрения. С другой стороны, обе зависимости совместно естественным образом объясняются эффектом экранировки, описанным

выше.

5. *Заключение.* Результаты настоящего исследования показывают, что достаточно большая часть квазаров находится на космологических расстояниях и имеет место эффект проекции. Однако это отнюдь не исключает возможности наличия аномального красного смещения у некоторой части квазаров. Нам кажется, что на основе использованного здесь материала невозможно исключить ни одну, ни другую возможность. Поэтому, в действительности, данная проблема еще более усложняется и требует дальнейших исследований.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория, Армения

ON THE PHYSICAL CONNECTION OF THE QUASARS WITH THE NEAR-BY GALAXIES

R.A.VARDANYAN

The statistical analysis of pairs of galaxies and quasars shows that most of quasars are on the cosmological distances and are not physical neighbours of near-by galaxies.

ЛИТЕРАТУРА

1. *F.Hoyle, G.Birbidge, Astrophys.J., 144, 534, 1966.*
2. *D.W.Weedman, Astrophys.J. Lett., 161, L113, 1970.*
3. *H.C.Arp, Astrophys.J. Lett., 9, 1, 1971.*
4. *H.C.Arp, "Quasars, redshifts and Controversies", Berkeley, 1987.*
5. *G.Birbidge, Astron. Astrophys.J., 309, 9, 1996.*