

УДК 524.822

О ВОЗМОЖНОМ ОБЪЯСНЕНИИ ДИСКРЕТИЗАЦИИ КРАСНЫХ СМЕЩЕНИЙ КВАЗАРОВ

Л. В. МИРЗОЯН, Р. А. ВАРДАНЯН

Поступила 19 декабря 1991

Рассматривается вопрос о дискретизации красных смещений квазаров. Показано, что преимущественные значения красных смещений, обнаруженные у квазизвездных объектов, практически совпадают с красными смещениями, для которых сильные эмиссионные линии Mg II, C IV, Ly α и другие в спектрах этих объектов попадают близко к максимумам чувствительности светофильтров U, B, V. В этом случае их влияние на условия наблюдения квазаров оказывается решающим и приводит к дискретизации красных смещений квазаров. На основании сравнения наблюдаемых красных смещений квазаров с ожидаемыми, в случае справедливости этого объяснения, получено заключение о том, что наблюдаемое явление дискретизации красных смещений квазаров обусловлено изблудательной селекцией, а их периодичность—случайностью.

1. *Восдение.* Прошло почти четверть века после того, как Бербидж и Бербидж [1] впервые обратили внимание на наблюдаемые преимущественные значения красных смещений квазаров.

Этот необычный и совершенно неожиданный наблюдательный факт был подтвержден другими исследователями. Можно упомянуть, например, работы Кована [2], Лейка и Родера [3], Бербиджа и О'Делла [4] и других, выполненные в этот период.

Вскоре Карлсон [5] обнаружил новые пики в распределении квазаров по красному смещению и показал, что все наблюдаемые пики образуют геометрическую серию. В дальнейшем ему удалось показать, что наблюдаемые преимущественные значения красных смещений квазаров довольно хорошо представляются периодической формулой [6, 7].

В дальнейшем периодичность преимущественных красных смещений была установлена для различных выборок квазаров и на более богатом наблюдательном материале. Например, в последней работе Ходячих [8] построены распределения квазаров, квазаров и квазизвездных объектов (~ 2000) при различных предельных звездных и радиовеличинах и на

основе спектрального анализа этих распределений выявлена периодичность, согласуемая с формулой Карлсона-

Имеются, однако, и работы, которые не подтверждают существования преимущественных направлений красных смещений квазаров и их периодичность. Например, в исследованиях Корсо и Барноти [9] и Уилса и Риклефса [10], основанных на красных смещениях 392 и 456 квазаров, соответственно, с эмиссионными спектрами, не была обнаружена периодичность с уровнем значимости, превышающей 75%.

А совсем недавно в работе Хатчингса и др. [11] было получено распределение по красному смещению для более 250 радиоквазаров, лишенное значительных пиков.

В настоящей статье рассматривается вопрос о реальности существования преимущественных красных смещений квазаров и их периодичности.

2. *Влияние эмиссионных линий на наблюдаемые цвета квазаров.* В последнее время одним из авторов [12] было показано, что влияние сильных эмиссионных линий в спектрах квазаров, в зависимости от величины красного смещения, приводит к тому, что между цветами и красными смещениями этих объектов наблюдаются определенные корреляции.

Именно, при определенных значениях красных смещений сильные эмиссионные линии в спектрах квазаров: Mg II, C IV, Ly α и др. оказываются вблизи максимумов чувствительности светофильтров U, B, V и существенно меняют показатели цветов U—B и B—V.

Данные табл. 1, заимствованной из этой работы, подтверждают данное заключение и свидетельствуют о том, что это влияние дискретное. Для некоторых значений смещений это влияние весьма существенно. В табл. 1 z_U , z_B и z_V —значения красных смещений, для которых соответствующие эмиссионные линии попадают близко к максимумам чувствительности светофильтров фотометрических полос U, B, V, вследствие чего они оказывают наибольшее влияние на наблюдаемые цвета квазаров.

Подробнее рассмотрение этого вопроса свидетельствует, что ожидаемые в этом случае корреляции между цветами и красными смещениями квазаров совпадают, с достаточно высокой точностью, с наблюдаемыми корреляциями. Иначе говоря, имеются основания допустить, что наблюдаемые корреляции на самом деле являются прямым следствием влияния эмиссионных линий на цвета квазаров.

Табл. 1 показывает, что влияние эмиссионных линий в спектрах квазаров наибольшее при следующих значениях их красных смещений: $z=0.12, 0.35, 0.67, 0.96, 1.36, 1.93, 2.61$ и 3.57 .

Таблица 1

ЗНАЧЕНИЯ КРАСНЫХ СМЕЩЕНИЙ, ДЛЯ КОТОРЫХ ВЛИЯНИЕ
ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ МАКСИМАЛЬНОЕ [12]

[O III]	($z_V = 0.11$)	O III	($z_U = 0.11$) $z_{cp} = 0.12$	H II	($z_V = 0.15$)
Mg II	($z_U = 0.32$)	O III	($z_B = 0.35$) $z_{cp} = 0.35$	H II	($z_B = 0.39$)
Mg II	($z_B = 0.60$)	O III	($z_V = 0.66$) $z_{cp} = 0.67$	H II	($z_V = 0.73$)
C III	($z_U = 0.92$)	Mg II	($z_V = 0.99$) $z_{cp} = 0.96$		
C III	($z_B = 1.34$)	C IV	($z_U = 1.38$) $z_{cp} = 1.36$		
C IV	($z_B = 1.86$)	C III	($z_V = 1.91$) $z_{cp} = 1.93$	Ly α	($z_U = 2.03$)
C VI	($z_U = 2.57$)	C IV	($z_V = 2.59$) $z_{cp} = 2.61$	Ly α	($z_B = 2.67$)
Ly α	($z_V = 3.57$)		$z_{cp} = 3.57$		

Последовательность этих красных смещений с достаточно высокой точностью совпадает с наблюдаемыми преимущественными красными смещениями квазаров. Очевидно, что такое «совпадение» нельзя объяснить случайностью.

Это дает веское основание считать правдоподобной идею о нерреальности наблюдаемой дискретизации красных смещений квазаров.

3. *Наблюдения красных смещений квазаров.* Вопрос о преимущественных значениях красных смещений квазаров, на основе наблюдательных данных, наиболее полно освещен в недавней работе Арпа и др. [13].

С помощью исследования распределений красных смещений нескольких выборок квазаров (радиоквазары, кратные квазары вблизи ярких галактик, яркие квазизвездные объекты с малыми и большими красными смещениями и др.) в этой работе [13] было подтверждено существование преимущественных значений в наблюдаемых красных смещениях квазаров и их периодичность. Эта периодичность удовлетворительно представляется формулой Карлссона [5—7]. К уже известным преимущественным значениям красных смещений квазаров авторы добавили еще три: $z=0.05$, 2.64 и 3.47, обнаруженные ими.

Следует отметить, что для двух выборок квазаров в работе [13] приняты значения преимущественных красных смещений, вытекающие из формулы Карлсона [5—7].

Сводка преимущественных значений красных смещений квазаров, принятых в работе Арпа и др. [13], представлена в табл. 2.

Таблица 2

МАКСИМУМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ КРАСНЫХ СМЕЩЕНИЙ КВАЗАРОВ [13]

Выборка	Преимущественные значения z						
Кратные квазары вокруг ярких галактик	0.30	0.50	0.96	1.41	1.96	—	—
Радио квазары около $RA=0^h$	0.30	0.60	0.95	1.41	1.96	—	—
Радио квазары около $RA=12^h$	0.54	0.65	1.02	1.48	2.05	—	—
0^h — квазары	—	—	—	1.42	1.97	2.65	—
12^h — квазары	—	—	—	1.47	2.03	2.73	3.58
Абсорбционные линии	12^h	—	—	1.47	2.13	2.73	—
	0^h	—	—	0.97	—	1.97	—
Среднее	0.31	0.62	0.98	1.44	1.99	2.71	3.58

4. Сравнение значений преимущественных красных смещений квазаров, наблюдаемых и ожидаемых по работе [12]. Для сравнения значений преимущественных красных смещений квазаров, выделенных из наблюдений и ожидаемых, при решающем влиянии на наблюдения квазаров эмиссионных линий, были использованы данные табл. 1 и 2.

К ним добавлены значения $z=0.06$, обнаруженное в работе [13] и $z=0.04$, полученное в работе [12], исходя из возможного сходства сейфертовских галактик типа S1 и квазаров. При этом значении наблюдается максимальное число сейфертовских галактик типа S1 среди галактик с ультрафиолетовым избытком. Возможно, что это значение z обусловлено влиянием эмиссионных линий [Ne V] 3426 и H γ [12].

В табл. 3 представлено это сравнение.

Последняя строка табл. 3 показывает, что только в одном случае разность между наблюдаемыми и ожидаемыми значениями преимущественных красных смещений квазаров достигает величины 0.10. Во всех остальных случаях она значительно меньше.

Трудно считать такое «совпадение» случайностью. В пользу этого заключения можно привести следующий примечательный факт.

Таблица 3

СРАВНЕНИЕ НАБЛЮДАЕМЫХ И ОЖИДАЕМЫХ ЗНАЧЕНИЙ
ПРЕИМУЩЕСТВЕННЫХ КРАСНЫХ СМЕЩЕНИЙ
КВАЗАРОВ ПО РАБОТАМ [13] и [12]

Наблюдаемые	[13]	0.06	—	0.31	0.62	0.98	1.44	1.99	2.71	3.58
Ожидаемые	[12]	0.04	0.12	0.35	0.67	0.96	1.36	1.93	2.61	3.57
Разность		0.02	—	-0.04	-0.05	0.02	0.08	0.06	0.10	0.01

Между значениями преимущественных красных смещений квазаров, выведенных Арпом и др. [13] из наблюдений и ожидаемыми по работе [12], имеется одно существенное различие. Это отсутствие, как видно из табл. 3, значения $z = 0.12$ у Арпа и др. [13]. Оно обусловлено влиянием эмиссионных линий [O III], O III и H II (табл. 1), которые значительно слабее самых интенсивных эмиссионных линий в спектрах квазаров Mg II, C IV и Ly α . Несмотря на это мешающее обстоятельство на рис. 7 работы Арпа и др. [13], относящееся к ярким квазарам Паломарского обзора, намечается небольшой пик у $z = 0.13$.

Обращает на себя внимание и тот удивительный факт, что новые преимущественные значения красных смещений квазаров, обнаруженные Арпом и др. [13], также были предсказаны в работе [12].

5. Периодичность красных смещений квазаров. Еще в 1977 г. Карлсон [5—7] обнаружил, что значения преимущественных красных смещений квазаров составляют геометрическую серию, а несколько позже предложил математическую формулу для их представления:

$$\Delta \lg(1+z) = 0.089.$$

Имея в виду, что значения красных смещений квазаров, для которых наблюдается наибольшее влияние эмиссионных линий в спектрах этих объектов, почти «совпадают» со значениями преимущественных красных смещений, выведенных из наблюдений [13], естественно заключить о периодичности красных смещений, приведенных в табл. 1.

Табл. 4 подтверждает это очевидное заключение.

Данные табл. 4 показывают также, что средний период изменения величины $\lg(1+z)$ очень близок к периоду, даваемому формулой Карлсона: 0.087.

Результаты аналогичных расчетов для преимущественных значений красных смещений квазаров, выведенных из наблюдений Арпом и др. [13], приведены в табл. 5. В этом случае средний период величины равен 0.091.

Таблица 4

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРЕИМУЩЕСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ КРАСНЫХ
СМЕЩЕНИЙ КВАЗАРОВ ОЖИДАЕМЫХ ПО РАБОТЕ [12]

z	$\lg(1+z)$	$\Delta \lg(1+z)$
0.12	0.049	—
0.35	0.130	0.081
0.67	0.223	0.093
0.96	0.292	0.069
1.36	0.373	0.081
1.93	0.467	0.094
2.61	0.558	0.091
3.57	0.660	0.102
Среднее		0.087 ± 0.012

Таблица 5

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРЕИМУЩЕСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ КРАСНЫХ
СМЕЩЕНИЙ КВАЗАРОВ ПО РАБОТЕ АРПА И ДР. [13]

z	$\lg(1+z)$	$\Delta \lg(1+z)$
0.06	0.025	—
0.31	0.117	0.092
0.62	0.210	0.093
0.98	0.297	0.087
1.44	0.387	0.090
1.99	0.476	0.089
2.71	0.569	0.093
3.58	0.661	0.092
Среднее		0.091 ± 0.005

Таким образом, в обоих случаях выдерживается удовлетворительное согласие с предложенной Карлсоном формулой периодичности.

Однако среднее отклонение от теоретически ожидаемого шага более чем в два раза меньше в случае наблюдений. Это, по-видимому, можно объяснить тем, что в работе Арпа и др. [13] значения преимуществен-

ных красных смещений квазаров для первых двух выборок были приняты в точном соответствии с формулой Карлсона (табл. 2).

Следует подчеркнуть, что периодичность значений преимущественных красных смещений квазаров, ожидаемых в том случае, когда это явление обусловлено полностью влиянием эмиссионных линий на цвета квазаров, в зависимости от их красного смещения, вытекает автоматически, вследствие «совпадения» этих значений с наблюдаемыми (табл. 3).

6. *Возможное объяснение наблюдаемой дискретизации красных смещений квазаров.* В настоящее время нет единого мнения о явлении дискретизации красных смещений квазаров. Одни исследователи считают его результатом влияния на условия наблюдений сильных эмиссионных линий в спектрах квазаров. Другие же, принимая это явление и в особенности его периодичность, стараются объяснить его глубокими процессами, происходящими в окружающей нас Вселенной.

Для выбора между этими двумя альтернативными объяснениями следует выяснить вопрос, является ли наблюдаемая дискретизация красных смещений квазаров реальной или она обусловлена наблюдательной селекцией?

Нам кажется, что наблюдения красных смещений квазаров дают основание считать более предпочтительной вторую из этих возможностей: наблюдаемая дискретизация красных смещений квазаров—явление нереальное и обусловлено влиянием эмиссионных линий на условия обнаружения квазаров.

Эта идея о влиянии эмиссионных линий в спектрах квазаров на условия их обнаружения не нова. Она встречается почти со времени открытия рассматриваемого явления.

Первое объяснение явлению дискретизации красных смещений квазаров, основанное на этой идее, предложили Карицкая и Комберг [14] еще в 1970 г. По их мнению, влияние эмиссионных линий в спектрах квазаров решающим образом сказывается на их отождествлении. Например, квазар 3С 9 ($z = 2.0$) на расстоянии, соответствующем красному смещению $z = 2.2$ на двухцветной диаграмме ($U-B$, $B-V$) был бы неотличим от нормальных звезд, вследствие попадания сильной эмиссионной линии $\text{Ly}\alpha$ в фильтр B . На этом основании авторы пришли к выводу, что крупномасштабное распределение квазизвездных объектов по красному смещению, может быть в общих чертах объяснено влиянием сильных эмиссионных линий на условия их отождествления.

Идея о влиянии эмиссионных линий на условия отождествления квазаров была использована и Басу [15]. Им было показано, что вхождение эмиссионных линий квазизвездных объектов в фотометрические полосы U , B , V могут изменить показатели цветов $U-B$ и

$B-V$ настолько, что они будут идентичными с соответствующими показателями цветов главной последовательности. Этот эффект может привести, из-за неправильного отождествления квазизвездных объектов, к появлению некоторых «дыр» в их распределении по красным смещениям.

Эти и аналогичные исследования дают основание допустить, что наблюдаемая дискретизация красных смещений квазаров является нереальной и обусловлена влиянием эмиссионных линий в спектрах квазаров.

Дополнительным свидетельством в пользу этой идеи являются данные, приведенные в предыдущих разделах. В частности, «совпадение» преимущественных значений красных смещений квазаров, выведенных Арпом и др. [13] из наблюдений и ожидаемых согласно работе [12] (табл. 3), является веским основанием в пользу этого заключения.

Действительно, для определения красных смещений квазаров необходимо иметь карты их отождествления. При массовых обзорениях эти карты включают в себя прежде всего сравнительно яркие квазары в какой-либо фотометрической полосе. Вследствие того, что сильные эмиссионные линии в большинстве случаев определяющим образом влияют на наблюдаемые яркости квазаров, в списки объектов, подлежащих спектральным наблюдениям, большей частью попадают те квазары, которые находятся на расстояниях, при которых влияние сильных эмиссионных линий на спектр максимальное. По этой причине таких квазаров в соответствующих обзорениях оказывается значительно больше других. Иначе говоря, квазары, имеющие красные смещения, соответствующие этим расстояниям, наблюдаются чаще остальных. В результате, квазары должны иметь преимущественные значения красных смещений, равные значениям, приведенным в табл. 1.

В том случае, когда выборка квазаров свободна от отмеченных эффектов наблюдательной селекции, в распределении этих квазаров по красному смещению, не должны наблюдаться соответствующие пики (преимущественные красные смещения). По-видимому, близка к этому требованию выборка радиоквазаров в работе Хатчиниса и др. [11]. Этим следует объяснить отсутствие в их распределении по красному смещению явных пиков (см. рис. 3 в этой работе), если не учесть небольшого прироста количества радиоквазаров в области $z = 0.6-0.9$ и около $z = 2.0$.

Указанный эффект наблюдательной селекции должен меньше сказываться на близких квазарах и возрастать по мере увеличения красных смещений, то есть расстояний квазаров. Величина эффекта должна зависеть также от интенсивности эмиссионных линий.

Например, о возрастании этого эффекта с возрастанием красного смещения, по-видимому, свидетельствует рис. 1 работы Арпа и др. [13].

В случае очень близких квазаров, на спектры которых влияют существенно более слабые эмиссионные линии, этот эффект очень небольшой. Кроме того, в этом случае сильно падает и число наблюдаемых квазаров.

Отмеченный нами эффект наблюдательной селекции вместе с эффектами, уже рассмотренными в работах [14, 15], вполне способен объяснить крупномасштабное распределение квазаров селективным влиянием на наблюдения сильных эмиссионных линий в спектрах этих объектов, в зависимости от величины красного смещения.

Иначе говоря, следует признать, что наблюдаемая дискретизация красных смещений квазаров является нереальной. В этом случае выведенную Карлсоном [6, 7] периодичность наблюдаемых преимущественных красных смещений квазаров можно рассматривать как следствие случайного благоприятного расположения сильных эмиссионных линий в спектрах квазаров.

7. Заключение. Приведенные в настоящей статье данные, относящиеся к дискретизации красных смещений квазаров, и «совпадение» преимущественных значений красных смещений этих объектов со значениями, ожидаемыми вследствие влияния сильных эмиссионных линий в спектрах квазаров на условия их наблюдений, позволяют принять следующее правдоподобное объяснение наблюдаемому примечательному явлению.

Как свидетельствуют данные, приведенные в табл. 1, наибольшее влияние на спектры квазаров оказывают сильные эмиссионные линии Mg II, C IV, Ly α и другие, вследствие того, что они, при наблюдаемых преимущественных значениях, попадают близ максимумов пропускания светофильтров фотометрической системы U, B, V. В конечном результате, квазары, имеющие соответствующие красные смещения, наиболее часто наблюдаются, и при этих значениях красных смещений являются пики в распределении квазаров по красному смещению.

Отсюда следует, что наблюдательная дискретизация красных смещений квазаров обусловлена наблюдательной селекцией, связанной решающим влиянием на условия наблюдений квазаров сильных эмиссионных линий, а периодичность наблюдаемых преимущественных значений красных смещений является делом случайности (табл. 4).

При справедливости этого заключения следует признать, что попытки построения моделей космологического масштаба, основанные на периодичности не существующих преимущественных значений красных смещений квазаров (см., например, [13, 16]), заранее обречены на провал.

ON THE POSSIBLE EXPLANATION OF THE QUASAR
REDSHIFT'S DISCRETIZATION

L. V. MIRZOYAN, R. A. VARDANIAN

The problem of the quasar redshift's discretization is considered. It is shown that the preferable values of redshifts, found for quasistellar objects coincide practically with the redshifts for which strong emission lines of Mg II, CIV, Ly α and others in their spectra find themselves near the maximum sensifivity of the U, B, V filters. Therefore their influence on the conditions of quasar observations turns out to be decisive and brings to the discretization of quasar redshifts. On the base of a comparison of the observed quasar redshifts with the expected ones a conclusion is obtained, that the observed phenomenon of the discretization of quasar redshlfts is conditioned by the observational section, and their periodicity—by chance.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. R. Burbidge, E. M. Burbidge, *Astrophys. J. Lett.*, 148, L107, 1967.
2. C. L. Cowan, *Nature*, 224, 665, 1969.
3. R. G. Lake, R. C. Roeder, *J. Roy. Astron. Soc. Canada*, 66, 111, 1972.
4. C. R. Burbidge, S. L. O'Dell, *Astrophys. J.*, 178, 583, 1972.
5. K. G. Karlsson, *Astron. and Astrophys.*, 13, 333, 1971.
6. K. G. Karlsson, *Nature*, 245, 68, 1973.
7. K. G. Karlsson, *Astron. and Astrophys.*, 58, 237, 1977.
8. М. Ф. Ходячих, *Астрофизика*, 31, 87, 1989.
9. G. J. Carso, J. M. Barnothy, *Bull. American Astron. Soc.*, 7, 269, 1975.
10. D. Wills, R. L. Ricklefs, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 175, 81P, 1976.
11. J. B. Hutchings, D. Durand, J. Pazder, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 103, 21, 1991.
12. Р. А. Варданиян, *Астрофизика*, 34, 41, 1991.
13. H. Arr, H. G. Bl, Y. Chu, X. Zhu, *Astron. and Astrophys.*, 239, 33, 1990.
14. Е. А. Коричкая, Б. В. Комберг, *Астрон. ж.*, 47, 43, 1970.
15. D. Vasi, *Astrophys. Lett.*, 16, 53, 1975.
16. J. M. Barnothy, M. F. Barnothy, *Publ. Astron. Soc. Pacif.* 88, 337, 1975.