УДК 524.352

О ЧАСТОТЕ ВСПЫШЕК СВЕРХНОВЫХ В ГАЛАКТИКАХ
ТИПА Sb

Р. Г. МНАЦАКАНЯН

Поступила 1 ноября 1983

Принята к печати 15 апреля 1984

Методом, предложенным в работе [1], определена средняя частота вспышек сверхновых в галактиках типа Sb. Средний промежуток времени между двумя последовательными вспышками сверхновых в одной галактике типа Sb ярче 12^m равен 122 годам. Не все яркие галактики Sb ($B < 10^m$) обладают одинаковой способностью производить сверхновые. Средняя частота вспышек сверхновых в галактиках Sb более чем вдвое меньше средней частоты вспышек в галактиках Sc. Частота вспышек сверхновых в большей мере зависит от морфологического типа галактики, чем от количества звездного населения в ней.

1. Настоящая статья служит продолжением работы [1], в которой был предложен новый метод определения средней частоты вспышек сверхновых (СН) в галактиках типа Sc. Здесь мы применим этот метод к галактикам типа Sb, другой по многочисленности (27.5%) [2] морфологической группе.

Как и в предыдущей работе будет использовано то обстоятельство, что вспышки СН в отдельной галактике, а тем более в разных галактиках, — независимые друг от друга явления. Их совокупность составляет последовательность случайных событий, описываемых законом Пуассона. При этом делается лишь одно допущение, что СН в галактиках исследуемого типа вспыхивают с одинаковой частотой.

Суть метода [1] сводится к выбору такого значения коэффициента α в формуле Пуассона

$$n_k = N \frac{e^{-\alpha} \alpha^k}{k!}, \quad \alpha = p\tau, \quad (1)$$

при котором достигается наилучшее согласие теоретического и наблюдаемого распределений чисел галактик по количеству $k = 0, 1, 2 \dots$ вспышек СН за определенный промежуток времени τ .

2. Исследуемая группа галактик типа Sb содержит все 73 яркие галактики с $B \leq 12^m$ северного полушария, $\delta \geq -10^\circ$ [3]. Данные о вспышках СН в этих галактиках взяты из работ [4, 5].

Для 55 галактик этой группы известны классы светимости [2, 3], для остальных 18 они неизвестны. Приняв, что последние распределены по классам светимости так же, как и галактики, имеющие класс светимости, разделим их между этими классами в соответствии с той долей, которую данный класс светимости составляет в общем числе галактик Sb.

Таблица 1

	Sb I	Sb II	Sb III	Sb I—III
N_g	25	26	4	55
Доля	0.45	0.47	0.07	
N_g (испр.)	33	35	5	73

Исправленные числа галактик в каждом классе светимости приводятся в последней строке табл. 1.

В табл. 2 приводится наблюдаемое распределение галактик по числу вспышек СН для каждого класса светимости.

Таблица 2

k	n_k			
	Sb I	Sb II	Sb III	Sb I—III
0	24	29	5	58
1	7	5	0	12
2	1	1	0	2
3	1	0	0	1
N_g	33	35	5	73
N_g (СН)	9	6	0	15
СН	12	7	0	19

Для определения средней частоты ν вспышек СН из формулы (1), наряду со значением коэффициента a , необходимо знать отдельно значения p — вероятности обнаружения вспыхнувшей СН в одной галактике данной видимой величины и $\tau_{\text{эфф}}$ — эффективного времени наблюдений.

Выделим в отдельную группу наиболее яркие по видимому блеску галактики Sb I ($B \leq 10^m.5$). Последние являются не только самыми яркими, но и, по-видимому, более близкими. Вспышки СН в этих галактиках практически доступны наблюдениям с помощью современных телескопов на

протяжении почти целого года. Можно считать, что наблюдения за ними велись довольно регулярно. Поэтому вероятность пропустить СН в этих галактиках можно считать достаточно малой.

Разделим весь период наблюдений за СН с 1885—1979 гг. на два интервала: первый — с 1885 г. по 1949 г. включительно, когда наблюдения велись лишь эпизодически, и второй — с 1950 г. по 1979 г., когда наблюдения велись более или менее регулярно. В табл. 3 приведены для разных периодов наблюдений распределения галактик по числу вспышек СН в Sb I и Sb II.

Поскольку за второй период — период более интенсивного слежения за СН — число наблюдаемых СН не увеличилось, то естественно думать, что действительно все вспыхнувшие в галактиках Sb I ($B \leq 10^m 5$) СН были зарегистрированы. Следует поэтому считать, что вероятность p обнаружения СН в этих галактиках близка к единице.

Следует обратить внимание на тот факт, что число галактик $N_g(\text{СН})$, имеющих вспышки СН во второй период, уменьшилось. При этом вспышки за второй период произошли в тех галактиках, в которых в первом периоде уже были зарегистрированы вспышки. Из 6 галактик Sb I ярче $10^m 5$ только 3 показали вспышки СН. По-видимому, в отличие от сделанного выше допущения, не все галактики Sb I обладают одинаковой способностью производить СН. Такой же вывод был сделан относительно ярких галактик Sc I ($B \leq 10^m 2$) в работе [1].

Таблица 3

	Sb I						Sb II					
	$B < 10^m 5$			$B < 12^m 0$			$B < 10^m 5$			$B < 12^m 0$		
	до 1949	после 1950	1885— 1979									
k												
0	3	4	3	22	17	16	5	3	3	24	23	21
1	3	1	1	3	7	7	0	2	2	3	4	5
2	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
N_g	6	6	6	25	25	25	5	5	5	27	27	27
$N_g(\text{СН})$	3	2	3	3	8	9	0	2	2	3	4	6
СН	3	3	6	3	9	12	0	2	2	3	4	7

Эффективное время наблюдений оценивается путем сравнения чисел СН, зарегистрированных в период до 1949 г. и с 1950 г. по 1979 г., в предположении, что ни одна из вспыхнувших за второй период СН не была утеряна. Так, например, если в галактиках Sb I ($B \leq 10^m 5$) за последние 29 лет вспыхнули три СН, а за 65 лет первого периода было открыто тоже

три СН, то можно считать, что эквивалентная (эффективная) длительность первого периода также равна 29 годам. Поэтому общее эффективное время наблюдений за галактиками Sb I ($B \leq 10^{m.5}$) принимается равным 58 годам. Вычисленные таким способом значения $\tau_{эфф}$ для всех галактик Sb приводятся в табл. 4.

Таблица 4

Тип	$\tau_{эфф}$	
	$B < 10^{m.5}$	$B < 12^{m.0}$
Sb I	58	39
Sb II	29	51
Sb I—III	47	43

Конечно, сделанные оценки $\tau_{эфф}$ являются весьма грубыми и, вследствие малости числа вспышек СН в каждом из периодов, подвержены сильным случайным флуктуациям. Только этим можно объяснить противоречие во второй строке табл. 4, заключающееся в том, что вычисленное $\tau_{эфф}$ для всех галактик Sb II ($B \leq 12^{m.0}$) получилось больше, чем для ярких галактик Sb II ($B \leq 10^{m.5}$).

Вычислим по формуле Пуассона математические ожидания числа галактик Sb I ярче $10^{m.5}$ с разными k и сравним их с наблюдаемыми. Для иллюстрации в табл. 5 приводятся результаты подсчетов для разных значений параметра a . Наилучшее соответствие наблюдаемых и вычисленных значений имеет место при $a = 0.70$.

Таблица 5

Sb I ($B < 10^{m.5}$)				
$k \backslash a$	n_k (выч.)			n_k (набл.)
	0.50	0.70	0.90	
0	3.7	3.0	2.6	3
1	1.8	2.1	2.3	1
2	0.5	0.7	0.9	1
3	0.1	0.2	0.3	1

Подставляя в (1) значения $p=1$, $\tau_{эфф}=58$ и $a=0.70$, находим среднюю частоту вспышек СН в галактиках Sb I ($B \leq 10^{m.5}$) $\nu = 0.012$ лет⁻¹. Соответственно средняя продолжительность времени между

двумя последовательными вспышками $T = \frac{1}{\nu}$ равна 83 годам. Следует, однако, подчеркнуть, что часть галактик Sb I имеет гораздо большую (может быть даже вдвое) частоту вспышек.

Число галактик в исследуемой группе очень мало — всего 6, поэтому целесообразнее повторить все вычисления для более многочисленной группы Sb I ($B \leq 12^m$), содержащей 33 галактики. Выше было сделано допущение, что СН в галактиках данного морфологического типа вспыхивают с одинаковой частотой, поэтому прием частоту вспышек СН в галактиках Sb I ярче 12^m равной частоте вспышек СН в Sb I ($B \leq 10^m$) $\nu = 0.012 \text{ лет}^{-1}$. Определив значение параметра a и подставив в (1) соответствующие значения a , ν , $\tau_{\text{эфф}}$, найдем среднюю вероятность обнаружения СН в одной галактике типа Sb I ярче 12^m , равную $p = 0.60$.

3. Как и в случае галактик Sc I ярче 12^m [1], эта вероятность значительно отличается от единицы. Отсюда заключаем, что вероятность обнаружения вспыхнувшей СН в галактике любого морфологического типа находится в сильной зависимости от видимого блеска галактики-родительницы.

Для галактик Sb II и Sb III, в которых число открытых СН невелико, повторить процедуру деления согласно видимому блеску не имеет смысла. Будем считать, что СН в них обнаруживаются с вероятностью $p = 0.60$. Результаты соответствующих вычислений приведены в левой части табл. 6. Для сравнения результатов настоящей статьи с результатами работы [1] в правой части этой таблицы представлены аналогичные данные о галактиках Sc.

Таблица 6

Тип	N_g	СН	a	$\tau_{\text{эфф}}$	p	T	Тип	N_g	СН	a	$\tau_{\text{эфф}}$	p	T
Sb I	33	12	0.30	39	0.60	83	Sc I	31	26	0.55	39	0.54	39
Sb II	35	7	0.20	51	0.60	153	Sc II	28	9	0.33	52	0.54	91
Sb I—III	73	19	0.22	45	0.60	122	Sc I—III	71	43	0.45	41	0.54	48

Из вышеизложенного можно заключить: а) не все яркие галактики Sb I ($B \leq 10^m$) обладали равной возможностью производить СН; б) вероятность обнаружения СН в какой-либо галактике сильно зависит от видимого блеска галактики.

Абсолютная светимость галактик Sb в среднем выше светимости галактик Sc [2]. Несмотря на это, полученная средняя частота вспышек СН в галактиках Sb примерно вдвое меньше частоты вспышек в галактиках Sc.

Таким образом, средняя частота вспышек γ в большей мере зависит от морфологического типа галактики, чем от количества звездного населения в ней.

Выражаю глубокую благодарность академику В. А. Амбарцумяну за обсуждение результатов работы.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

ON THE FREQUENCY OF SUPERNOVAE IN Sb GALAXIES

R. G. MNATSAKIANIAN

The mean frequency of SN in Sb galaxies is calculated by the method suggested in [1]. For a galaxy of Sb type, brighter than 12^m0 , the mean time between two successive bursts of SN is equal to 122 years. Not all bright Sb galaxies ($B \leq 10^m5$) have the same capability to produce the SN. The mean frequency of SN in Sb galaxies is more than two times less than in Sc galaxies. The mean frequency of SN depends more on the morphological type of the galaxy than on the amount of stellar population in it.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Г. Мнацаканян, *Астрофизика*, 18, 563, 1982.
2. S. van den Bergh, Publ. DDO, 11, No. 6, 1960.
3. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, RCBG. Texas, 1964.
4. P. Flit, M. Karpowicz, W. Murawski, K. Rudnicki, *Acta Cosmologica*, z8. Warszawa-Krakow, 1979.
5. Circular of Central Bureau for Astronomical Telegramms.