

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР  
АСТРОФИЗИКА

ТОМ 1

ДЕКАБРЬ, 1965

ВЫПУСК 4

ГАЛАКТИКИ С ЧАСТЫМИ ВСПЫШКАМИ СВЕРХНОВЫХ ЗВЕЗД

Б. В. КУКАРКИН

Поступила 1 марта 1965

Исправлена 15 июля 1965

В настоящее время известно уже восемь галактик, в которых сверхновые звезды вспыхивали два или более раз (см. табл. 2). Из числа этих галактик семь принадлежит к спиральям класса Sc (SBc) высокой светимости. В этих галактиках вспыхивали сверхновые звезды почти всех типов. Частота появления сверхновых звезд в этих галактиках во всяком случае не ниже одной вспышки за 15 лет. Частота появления сверхновых звезд типа I во всяком случае не ниже одной вспышки за 35 лет. Эти значения частоты во много раз выше обычно принимаемых значений. Весьма желательно организовать систематические наблюдения галактик класса Sc (SBc) высокой светимости.

В настоящее время в различных галактиках зарегистрировано более 160 вспышек сверхновых звезд. Еще около десяти лет назад И. С. Шкловский [3] обратил внимание на то, что в трех галактиках сверхновые звезды появлялись трижды и что частота вспышек в некоторых галактиках может быть весьма высокой. Анализ всего накопленного к настоящему времени материала по наблюдению сверхновых звезд привел к обнаружению восьми галактик, в которых сверхновые звезды на протяжении последних шестидесяти пяти лет появлялись два или три раза.

В следующей далее табл. 1 приведены сведения о всех сверхновых звездах, вспыхнувших в этих восьми галактиках. Таких сверхновых оказалось 21. В первом столбце таблицы дано обозначение сверхновой по списку Ф. Цвикки [5], во втором — номер галактики по каталогу NGC. В третьем — номер галактики по каталогу MCG, в четвертом — звездная величина сверхновой в максимуме блеска, причем знак ) означает, что максимальная величина неизвестна и, во

всяком случае, ярче приведенной в таблице. Наконец, в последнем столбце приведен тип сверхновой по классификации Ф. Цвикки [6].

К сожалению, табл. 1 иллюстрирует относительную скудность информации о сверхновых звездах в этих восьми галактиках. Лишь восемь из 21 сверхновой удалось классифицировать по типам. Лишь

Таблица 1

SN	NGC	MCG	$m_g$	Тип SN
1901b	4321	3-32-15	11 <sup>m</sup> 9	—
1912a	2841	9-16-5	—	—
1914a	4321	3-32-15	)14.0	—
1917a	6946	10-29-6	12.9	—
1921b	3184	7-21-37	11.0	—
1921c	5184	7-21-37	11.0	—
1923a	5236	—	14.0	V
1926a	4303	1-32-22	12.8	—
1937a	4157	9-20-106	14.4	II
1937f	3184	7-21-37	13.5	—
1939c	6946	10-29-6	13.2	—
1948b	6946	10-29-6	)14.9	II
1950b	5236	—	14.5	—
1955a	4157	9-20-106	)16.0	—
1957a	2841	9-16-5	)14.0	I
1957d	5236	—	)15.0	—
1959e	4321	3-32-15	)17.5	I
1961l	4303	1-32-22	13.0	III
1961u	3938	7-25-1	)14.0	II
1964f	4303	1-32-22	)14.0	I
1964 -	3938	7-25-1	)14	—

11 из 21 сверхновой имеют уверенное определение звездной величины в максимуме блеска. Тем не менее, даже столь скудная статистическая выборка дает возможность сделать некоторые выводы.

К февралю 1965 г. было известно 139 галактик, в которых сверхновые вспыхивали один раз, 3 галактики, в которых они вспыхивали дважды и 5 галактик, где они появлялись трижды. Не является ли наша статистическая выборка проявлением закона малых чисел и не представляется ли она распределением Пуассона? Формальное решение этого вопроса легко осуществимо. Но не следует забывать, что, во-первых, наша выборка пока еще не очень велика. Во-вторых, материал неоднороден. Лишь в течение 19 лет велись систематические поиски сверхновых, в то время как в течение более чем сорока лет открытия сверхновых носили случайный характер. В-третьих, трудно достаточно уверенно оценить число галактик, в которых не обнаружено сверхновых, но находившихся под таким же наблюдением как галактики со сверхновыми.

Поскольку более половины всех сверхновых звезд открыты в последние годы Ф. Цвикки и его сотрудниками, мы можем рассмо-

треть два крайних случая. Предположим, что все галактики, расположенные на площади, ограниченной радиусом  $3^\circ$  вокруг каждой из сверхновых, открытых с 1960 г., находились под постоянным и одинаковым наблюдением. Принимая, что галактики должны быть ярче  $18^m$ , можно оценить их общее число в 20 тысяч. В этом случае уже для числа галактик с тремя вспышками сверхновых теоретически ожидаемое число получается близким к нулю, а вероятность того, что наша выборка отличается от распределения Пуассона лишь случайным образом (оцененная по критерию Пирсона) получается ничтожно малой. Уменьшение числа галактик, в которых не наблюдалось вспышек сверхновых, в 20 раз (второй крайний случай) не спасает положения. Правда, надо иметь в виду, что применение критерия Пирсона или какого-либо другого критерия не может быть надежным, вследствие малой численности галактик с двумя и тремя вспышками сверхновых.

С большой степенью уверенности можно предполагать, что распределение не является Пуассоновским и что отклонение от закона Пуассона вызвано тем, что в галактиках различных физических типов вспышки сверхновых происходят с различной частотой. Естественно попытаться определить те физические типы, у которых эта средняя частота велика, рассмотрев те галактики, в которых наблюдались неоднократные появления сверхновых звезд.

Сведения о всех восьми галактиках, в которых сверхновые звезды вспыхивали несколько раз, приведены в табл. 2. Первый

Таблица 2

NGC	Type	M	n	t	SN
2841	Sb	-19 <sup>m</sup> .3	2	45	I
3184	Sc	-19.1	3	16	—
3938	Sc	-19.3	2	3	II
4157	Sc	-19.1	2	18	II
4303	SBc	-19.8	3	38	I, III
4321	Sc	-19.7	3	58	I
5236	Sc	-19.6	3	34	V
6946	Sc	-19.6	3	31	II

столбец содержит номер галактики по каталогу NGC. Во втором столбце дан тип галактики. Третий столбец содержит значение интегральной абсолютной звездной величины каждой из галактик. В четвертом столбце приведено количество появлений сверхновых, а в пятом—интервал времени в годах между первым и последним появлениями сверхновых. В последнем столбце даны сведения о типе сверхновых звезд.

Первый и неоспоримый вывод, который можно сделать из рассмотрения таблицы, заключается в том, что повышенная частота вспышек сверхновых звезд особенно характерна для спиральных галактик типа Sc (SBc) высокой светимости. Действительно, интегральные абсолютные величины всех этих галактик (они взяты мной из работы Ю. П. Псковского [2] и дополнены по его же любезно предоставленным мне данным) заключены в пределах от  $-19^m.1$  до  $-19^m.8$ . С. Ван ден Берг [1] причислил эти галактики к первому классу светимости. Лишь одна галактика из восьми (NGC 2841) относится к классу Sb, но и ее светимость очень высока.

Предположим, что высокая частота вспышек сверхновых звезд характерна лишь для галактик типа Sc (SBc) высокой светимости. Число таких галактик, находящихся под постоянным наблюдением, можно оценить в 100. В следующей далее табл. 3 приведено распределение численностей галактик типа Sc (SBc) высокой светимости по числу появлений сверхновых звезд. Первый столбец содержит число появлений, второй — наблюдаемое число галактик, а третий — теоретическое значение, вычисленное по распределению Пуассона (то есть при допущении, что все галактики данного типа имеют одну и ту же среднюю частоту вспышек) при некотором подобранном значении входящего в него параметра.

Таблица 3

Число появлений SN	Наблюдаемое число галактик	Число галактик (теоретическое)
0	100	98
1	40	40
2	2	8
3	5	1
4	0	0

В этом случае тоже нельзя говорить о хорошем согласии, хотя опять нельзя забывать о слишком малых пока численностях галактик с несколькими вспышками сверхновых. Не исключено, что высокая светимость является лишь одним фактором, обуславливающим повышенную частоту появления сверхновых. По-видимому, следует искать другие факторы.

Легко оценить средний интервал времени между вспышками сверхновых звезд в галактиках класса Sc высокой светимости. Просуммировав все значения  $\Delta t$  и разделив итог на сумму  $(n-1)$ , получаем для среднего интервала времени между появлениями сверхновых звезд значение 16.5 лет. Но это, очевидно, лишь верхний предел частоты вспышек, поскольку весьма вероятны пропуски в

регистрации вспышек и истинная сумма  $\Delta t$  может оказаться меньше, а сумма  $(n - 1)$  больше наблюдаемой.

Частоту появления сверхновых звезд в галактиках класса Sc (SBc) высокой светимости можно оценить иначе. Систематические поиски сверхновых звезд ведутся достаточно интенсивно лишь 19 лет (1933—1942 и 1954—1964). Сверхновые вспыхивали за это время в семи галактиках класса Sc (SBc) высокой светимости. Следовательно, на систематические поиски затрачено  $19 \times 7 = 133$  галактико-года. За это время в этих семи галактиках вспыхнуло 10 сверхновых звезд. Следовательно, частота вспышек составит одно появление в данной галактике за 13 лет. Это находится в прекрасном согласии с приведенной выше оценкой и дает, как мы и предполагали, более высокую частоту вспышек. Действительно, материал, полученный за 19 лет систематических поисков сверхновых звезд более полон, чем материал в целом и вероятность случайных пропусков отдельных вспышек уменьшилась. Предварительно можно принять, что частота вспышек сверхновых звезд в галактиках класса Sc (SBc) высокой светимости во всяком случае не ниже одного появления за 15 лет.

Весьма интересен факт относительно частых вспышек сверхновых звезд типа I в спиральных галактиках класса Sc. Из десяти сверхновых звезд, вспыхнувших в этих семи галактиках в течение девятнадцатилетнего интервала интенсивных поисков, типы определены лишь у пяти. Естественно предположить, что распределение сверхновых звезд по типам среди неклассифицированных звезд таково же как среди классифицированных. Следовательно, весьма вероятно, что за 133 галактико-года вспыхнуло не две, а четыре сверхновых первого типа. Отсюда мы можем оценить частоту вспышек как одну за 35 лет на галактику типа Sc высокой светимости. Эта частота в 10—20 раз выше обычно принимаемой для всего комплекса галактик. Объяснения некоторых авторов дают возможность лишь частично понять причину столь высокой частоты [4].

По-видимому, вспышки сверхновых типа I являются весьма характерными для галактик класса Sc высокой светимости. Сам по себе этот факт не представляет непримиримого противоречия с распространенными концепциями, принимающими, что сверхновые типа I являются представителями звезд „первой“ генерации. Звезды „первой“ генерации еще могут сохраняться в известном числе в гигантских галактиках класса Sc. Но почему частота их вспышек так высока и почему они не наблюдаются в еще большем изобилии в гигантских галактиках класса E?

Лишь в одной галактике класса Sb наблюдалось две вспышки сверхновых с интервалом времени в 45 лет. На основе этого факта

можно с известной степенью уверенности утверждать, что частота вспышек сверхновых звезд в галактиках класса Sb высокой светимости по крайней мере на порядок более низка, чем в соответствующих галактиках класса Sc. Не лишено интереса отметить, что в NGC 2841 из двух сверхновых по крайней мере одна относится к типу I.

Обращает на себя внимание еще один факт. В анонимной галактике класса E ( $13^{\text{h}}00^{\text{m}}5, +27^{\circ}47'.5, 1950.0$ ) недавно вспыхнула сверхновая звезда типа II (сверхновая 19621). Согласно распространенным концепциям, сверхновые звезды типа II могут вспыхивать лишь в результате эволюции звезд „поздних“ генераций, входящих в состав спиральных ветвей галактик или, по крайней мере, в состав плоского диска. Но мы хорошо знаем, что, согласно распространенным концепциям, таких звезд в галактиках класса E нет. Правда, следует иметь в виду, что сведения о сверхновой звезде 19621 весьма ненадежны и что в исходных данных об этой звезде имеются противоречия.

Сопоставление изложенных выше фактов заставляет с некоторой остороженностью относиться к распространенным концепциям происхождения сверхновых звезд.

Заслуживает внимания еще один факт. Ни одна из восьми спиральных галактик с повышенной частотой вспышек сверхновых звезд не идентична с каким-либо дискретным источником радиоэмиссии. Следовательно, мощную радиоэмиссию некоторых галактик вряд ли можно объяснить повышенной частотой вспышек сверхновых звезд.

Во всяком случае неоспорим факт существования галактик с весьма высокой частотой вспышек сверхновых звезд. Подавляющее большинство этих галактик — гиганты класса Sc (SBc) высокой светимости. По-видимому, следует особенно внимательно следить за ближайшими спиральными галактиками класса Sc (SBc) высокой светимости.

Государственный астрономический институт  
им. Штернберга

## THE GALAXIES WITH FREQUENT FLARES OF SUPERNOVAE

B. V. KUKARKIN

Now eight galaxies in which two or more supernovae have appeared are known (see table 2). Seven of these galaxies are of class Sc (SBc) of high luminosity. The supernovae of nearly all types are practically present in these galaxies. The mean frequency of the supernovae appear-

rance is as high as one per 15 years. The supernovae of type I have a frequency as high as one per 35 years. It is many times more frequent than adopted usually. It seems extremely desirable to observe systematically the galaxies of class Sc(SBc) of high luminosity.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *S. van den Berg*, David Dunlap Obs. Publ., 2, n. 6, 1960.
2. *Ю. П. Псковский*, Астрон. ж., 38, 656, 1961.
3. *I. S. Shklovsky*, Космическое радионизлучение, ГИТТЛ, М., 1956.
4. *R. Stothers*, Ap. J., 138, 1085, 1963.
5. *F. Zwicky*, List of Supernovae discovered since 1885, 1964.
6. *F. Zwicky*, Ann. d'Astrophys., 27, 305, 1964.