

УДК 524.74

РОДИТЕЛЬСКИЕ ГАЛАКТИКИ СВЕРХНОВЫХ ТИПА Ibс

© 2009 Г. Д. Полякова

Главная астрономическая обсерватория, Пулковое, 196140 Россия

Поступила в редакцию 2008 г.; принята в печать 2008 г.

Составлен список сверхновых типов Ib и Ic. Получены распределения морфологических типов, классов светимости и отношений осей их родительских галактик, которые сравнивались с аналогичными распределениями для сверхновых типа II. Проведенный анализ не выявил их статистически значимого различия и показал, что выборки родительских галактик SNe Ibс и SNe II можно отнести к одной и той же генеральной совокупности.

Ключевые слова: *сверхновые и остатки сверхновых*

1. ВВЕДЕНИЕ

Сверхновые типа I (SNe I) впервые разделены на два класса Ia и Ib в 1985 г. Элиасом и др. [1]. Авторы [1] наблюдали 11 SNe I и получили их кривые блеска в полосах JHK. Построив изменения цвета, они обнаружили, что у трех из них отсутствует абсорбционная деталь на 1.2 мкм и наблюдается меньшая скорость падения блеска. Согласно этим признакам, они разделили сверхновые на две группы: Ia (присутствует абсорбция на 1.2 мкм) и Ib (отсутствует абсорбция 1.2 мкм и наблюдается более медленное падение блеска после максимума). К последним были отнесены три звезды SN 1983i, 1983n и 1984l.

Оптическая спектроскопия этих трех звезд [2–4] близко к эпохе максимума показала, что в их спектрах отсутствуют линии водорода, что обычно для SNe I, а также отсутствует сильная абсорбционная линия кремния 6150Å, являющаяся характерным признаком классических сверхновых типа I в эпоху максимума. Еще ранее Бертолой [5, 6] были получены спектры SN 1962l и 1964l, в которых также отсутствовала абсорбция 6150Å и которые были классифицированы как пекулярные сверхновые типа I. Спектры SN 1983n [2] и 1984l [3] оказались практически идентичными спектрам, полученным Бертолой, что еще раз подтвердило справедливость деления SNe I на два типа Ia и Ib.

Проведенное Уилером и Левролтом [3] сравнение спектров двух сверхновых SN 1983n и 1984l со спектром классической сверхновой типа Ia SN 1981b выявило три основных различия между ними: 1) в эпоху максимума у звезды типа Ib наблюдался “дублет” $\lambda\lambda 6300$ и 6500Å вместо эмиссионной линии SiII $\lambda 6355\text{Å}$, которая характерна

для SN Ia (1981b); 2) отсутствовала абсорбция $\lambda 6150\text{Å}$; 3) спектр SN Ib в эпоху максимума был похож на спектр SN Ia примерно через два месяца после максимума. Это явилось доказательством спектрального различия между сверхновыми классическими (тип Ia) и пекулярными (тип Ib). Они показали также, что SN 1962l, 1964l, 1983n, 1984l, 1983i и 1983v, вероятно, образуют отдельную группу спектрально однородных сверхновых SNe Ib, прототипами которой являются детально изученные (благодаря их яркости) SN 1983n и 1984l.

Подробный анализ всех опубликованных результатов наблюдений восьми кандидатов в группу SNe Ib был проведен Филиппенко и Портером [7], а также Панагия и Лейдлер [8] с целью выявления их наиболее характерных свойств. Авторы [7] сформулировали основные спектральные критерии классификации сверхновых типа Ib: 1) линии водорода не наблюдаются в их спектрах в течение всего времени эволюции; 2) на ранних стадиях вспышки отсутствует абсорбция $\lambda 6150\text{Å}$; 3) в небулярной фазе преобладают сильные эмиссионные линии [OI] 6300 и 6364Å , [CaII] 7291 и 7324Å и других металлов. Эти спектры сильно отличаются от небулярных спектров SNe Ia и убедительно показывают, что SNe Ib образуют отдельный класс сверхновых типа I [9].

Результаты изучения SN 1983i и 1983v, приведенные в [4], показали, что в спектрах этих сверхновых, а также SN 1962l и SN 1964l, полученных близко к их максимумам блеска, помимо линий водорода, отсутствовали сильные абсорбционные линии вблизи $\lambda\lambda 6150$ и 5700Å . Последняя наблюдалась в ранних спектрах SNe Ib 1983n и 1984l в течение первых двух месяцев и была отождествлена Харкнессом и др. [4, 10] с линией HeI $\lambda 5876\text{Å}$,

смещенной эффектом Допплера, [4, 10]. Авторы [4] отметили большое сходство спектров SN 1983i и 1983v между собой и предположили, что они принадлежат третьему типу сверхновых с дефицитом водорода, типу Ic. Согласно Филиппенко [11], разделять сверхновые на Ib и Ic можно только по ранним спектрам поскольку их поздние спектры не различаются заметным образом.

Схематическое представление деления сверхновых по типам в эпоху максимума блеска и небулярной стадии приведено в обзоре “Классификация сверхновых” Харкнесса и Уилера [12].

В некотором отношении сверхновые типов Ibc и II похожи. Они наблюдаются в основном в рукавах спиральных галактик поздних типов [7], тесно связаны с HII-областями, являющимися индикаторами областей недавнего звездообразования [13, 14]. Поэтому авторы [13, 14] считали, что предсверхновые SNe Ibc и II являются массивными звездами с коротким временем эволюции. В этой связи представляется интересным факт открытия двух сверхновых разных типов SN 1998u (тип II) [15] и SN 2000c (тип Ic) [16] в одной галактике NGC 2415 типа Im, причем их положение различалось незначительно.

Также как и SNe II, сверхновые типа Ibc иногда являются источниками радиоизлучения [17] и ассоциируются с гамма-всплесками.

2. БАЗА ДАННЫХ

Нами составлен список из 290 сверхновых типов Ib, Ib/c и Ic, открытых к концу 2007 года. Для краткости их обычно обозначают SNe

Ibc. Эти сверхновые наблюдались в 284 родительских галактиках, поскольку в шести из них (NGC 7714, NGC 1187, NGC 2207, NGC 3464, NGC 3810, NGC 4568) отмечались повторные вспышки. Интересно, что 39 сверхновых вспыхнули в галактиках, которые являются членами взаимодействующих пар или систем, приведенных в Каталоге взаимодействующих галактик Воронцова-Вельяминова [18].

В Табл. 1 указаны названия сверхновых и их спектральный тип (колонки 1, 2). Последующие колонки содержат названия родительских галактик, их морфологический тип, класс светимости, логарифм большой оси изофоты, соответствующей поверхностной яркости $\mu_B = 25^m / \square'' \lg D_{25}$, логарифм отношения осей этой изофоты $\lg R_{25}$, позиционный угол большой оси галактики PA, звездные величины B_T и m_B (последние помечены x), гелиоцентрические и наблюдаемые (неисправленные за движение Земли вокруг Солнца помечены x) лучевые скорости V_r . Нами приняты обычные сокращения в обозначениях имен родительских галактик: NGC (N), ESO (E), MCG (M), IC(I), UGC (U), PGC (P), ANON (A). В последней колонке приведены соответствующие ссылки [19–23]. Из-за большого количества ссылок на экспрессные издания IAU они не помещены в списке литературы. Буквы “C” и “T” в последней колонке обозначают IAU Circular и электронные телеграммы IAU CBET, а рядом с буквой указан номер издания.

Информация о родительских галактиках была взята нами из каталога RC3 [24] и дополнена данными нового PGC каталога Патюреля и др. 2003 года [25].

Таблица 1. Родительские галактики сверхновых типа Ibc

Sn	Тип	Галактика	М. тип	L	$\lg D_{25}$	$\lg R_{25}$	PA	B_T	V_r	ссылка
1954a	Ib	N 4214	IXS9	5.8	1.93	0.11	15	10.24	313	19
1962l	Ic	N 1073	SBT5	3.7	1.69	0.04		11.47	1223	4
1964l	Ic	N 3938	SAS5	1.1	1.73	0.04	130	10.90	848	4
1982r	Ib	N 1187	SBR5	2.1	1.74	0.13	135	11.34	1325	4
1983i	Ic	N 4051	SXT4	3.3	1.72	0.13		10.83	765	4
1983n	Ib	N 5236	SXS5	2.8	2.11	0.05	32	8.20	384	2
1983v	Ic	N 1365	SBS3	1.3	2.05	0.26		10.32	1541	4
1984i	Ib	E 323-99	SXS7	5.9	1.30	0.05	60	13.33x	3048	19
1984l	Ib	N 991	SXT5	4.3	1.43	0.05	25	12.4x	1526	3
1985f	Ib	N 4618	SBT9	3.9	1.62	0.09	10	11.22	592	20
1986m	Ib	N 7499	LASO		1.05	0.22	22	13.94	11860	C4282

Таблица 1. (Продолжение)

Sp	Тип	Галактика	М. тип	L	lg D ₂₅	lg R ₂₅	PA	B _T	V _r	ссылка
1987m	Ic	N 2715	SXT5	3.3	1.69	0.47	0	11.79	1456	21
1988l	Ic	N 5480	SAS5	4.7	1.24	0.18	171	12.83x	1968	C4597
1989e	Ib	M+05-32-45	S..5		0.70	0.14	23		7918x	C4758
1990b	Ic	N 4568	SAT4	4.6	1.66	0.36	158	11.68	2202	19
1990i	Ib	N 4650A	S..OP		1.20	0.29	25	13.9	2722	19
1990u	Ic	N 7479	SBS5	1.8	1.61	0.12	5	11.60	2544	C5063
1990w	Ib	N 6221	SBS5	3.6	1.55	0.16	137	10.66	1368	C5080
1990aa	Ic	U 4540	S?		0.91	0.24	45	14.17	5138	C5087
1990aj	Ib	N 1640	SBR3	2.9	1.42	0.11	125	12.42	1478	C5178
1991a	Ic	I 2973	SBS7		1.14	0.24	106	14.34x	3208	C5153
1991d	Ib	P 84044	S...		0.92	0.27	97		12528x	C5153
1991l	Ibc	M+7-34-134	S..9		0.88	0.19			9186x	C5120
1991n	Ic	N 3310	SXS4P	3.2	1.49	0.11	63	11.15	1043	19
1991r	Ibc	P 140543			0.81	0.35	138		10500x	C5237
1991af	Ib	CG170-29			0.73	0.25	95		6175x	C5282
1991ar	Ib	I 49	SXS5	3.9	1.18	0.07		14.2	4652	C5348
1992ar	Ic	A 2317-44							43500x	22
1993p	Ic	P 2793694	S...				163		15140x	C5799
1994i	Ic	N 5194	SAS4P	1.8	2.05	0.21	75	8.96	551	C5961
1994ai	Ic	N 908	SAS5	1.5	1.78	0.36	87	10.83	1457	C6120
1995f	Ibc	N 2726	S..1?		1.20	0.46	136	13.4x	1587	C6165
1995bb	Ib	P 1409128			0.70	0.33	85		1739x	C6271
1996d	Ic	N 1614	SBS5P		1.12	0.06	100	13.63	46812	C6317
1996n	Ib	N 1398	PSBR2	1.1	1.85	0.12	140	10.57	1305	C6351
1996aq	Ic	N 5584	SXT6	2.8	1.53	0.14	19	12.06x	1616	C6365
1996at	Ic	P 1130616			0.38	0.06	54		26981x	C6490
1996cd	Ibc	CGCG 59-7			0.85	0.12	55		13922x	C6557
1997b	Ic	I 438	SAT5	1.6	1.45	0.12	140	12.75x	2963	C6535
1997c	Ic	N 3160	S..2		1.10	0.70	15		6795x	C6536
1997x	Ic	N 4691	RSBS0		1.45	0.09	5	11.66	1018	C6554
1997dc	Ib	N 7678	SXT5	1.8	1.37	0.15	15	12.41	3665	C6717
1997dq	Ib	N 3810	SAT5	2.4	1.63	0.15		11.35	913	C6770
1997ef	Ic	U 4107	SAT5		1.15	0.01		13.73x	3537	C6820
1997ei	Ic	N 3963	SXT4	2.2	1.44	0.04	50	12.5	3275	C6802

Таблица 1. (Продолжение)

Sp	Тип	Галактика	М. тип	L	lg D ₂₅	lg R ₂₅	PA	B _T	V _r	ссылка
1998t	Ib	N 3690	IB.9P		1.31	0.12	125	12.1x	3116	C6830
1998bo	Ic	E 185-G31	SBS2		1.02	0.60	109	15.73x	4830	C6889
1998bw	Ic	E 184-G82			0.65	0.32	103			C6889
1998cc	Ib	N 5172	SXT4	1.5	1.52	0.28	45	12.63	4030	C6907
1998cv	Ic	E 237-G42	S..5		0.95	0.24			8102x	C6968
1998dt	Ib	N 945	SBT5	1.9	1.38	0.08		12.79	4470	C7011
1998ey	Ic pec	N 7080	SBR3	2.2	1.26	0.02	39	13.13	5054	C7066
1999p	Ibc	P 1133909			0.56	0.05	68		18286x	C7097
1999al	Ic	P 1018888			0.56	0.15	15		19487x	C7118
1999bc	Ic	U 4433	S...P		1.02	0.12	77	14.29x	6600x	C7133
1999bu	Ic	N 3786	SXT1P		1.34	0.23	35	13.24x	2714	C7149
1999bw	Ic	N 3198	SBT5	2.6	1.93	0.41	170	10.87	684	C7162
1999bz	Ic	U 8959	S..9		1.26	0.24			596	C7162
1999cn	Ic	M+02-38-43	S..5		0.84	0.36	147		6688x	C7202
1999cq	Ic	U 11368	S..4		1.10	0.39	142	14.64x		19
1999cz	Ic	N 5078	SAS1		1.60	0.31	148	12.0	2032	C7216
1999di	Ib	N 776	SXT3		1.24	0.01		13.22x	5025	C7239
1999dn	Ib	N 7714	SBS3P		1.28	0.13	4	13.00	2925	C7245
1999ec	Ib	N 2207	SXT4P	2.3	1.63	0.19	141	12.2	2571	C7269
1999eh	Ib	N 2770	SAS5		1.58	0.52	148	12.77	1915	C7282
1999ex	Ib	I 5179	SAT4	3.8	1.37	0.32	57	12.38	3421	C7310
2000c	Ic	N 2415	I..9		0.96	0.00		12.78	3764	C7352
2000f	Ic	I 302	SBT4	3.3	1.27	0.09		13.59	5907	C7360
2000h	Ib	I 454	SB.2		1.24	0.28	140		3853	C7367
2000s	Ic	M-01-27-20	SBT5?	3.1	1.07	0.27	75		6000x	C7384
2000cr	Ic	N 5395	AS3P	2.4	1.46	0.27	167	12.1	3562	C7444
2000de	Ib	N 4384	S..1		1.11	0.11	90	13.5	2597	C7481
2000ds	Ib	N 2768	E..6		1.91	0.28	95	10.84	1406	C7511
2000dt	Ib	U 3411	S..6		1.23	0.19	95	15.1x	6895	C7511
2000dv	Ib	U 4671	S?		1.11	0.07	69	13.60x	4138	C7511
2000er	Ib:	E 115-9	S..2P		1.24	0.73	124	15.15x	9209	C7528
2000ew	Ic	N 3810	SAT5	2.4	1.63	0.15	15	11.35	913	C7547
2000fn	Ib	N 2526	S?..		0.95	0.29	140	14.70x	4480	C7547
2001b	Ib	I 391	SAS5		1.06	0.02		13.0	1709	C7577

Таблица 1. (Продолжение)

Sn	Тип	Галактика	М. тип	L	lg D ₂₅	lg R ₂₅	PA	B _T	V _r	ссылка
2001m	Ic	N 3240	SAT6	4.4	1.04	0.07	85	13.90x	3772	C7579
2001ai	Ic	N 5278	SAS3P		1.13	0.15	117		7656	C7605
2001bb	Ic	I 4319	SAS4		1.18	0.47	70	14.35x	4612	C7619
2001ch	Ic	M-01-54-16	S?		1.12	0.85			3074	C7637
2001ci	Ic	N 3079	SBS5	3.0	1.90	0.74	165	11.54	1182	C7638
2001co	Ibc	N 5559	SB.3		1.15	0.52	67	14.66x		C8159
2001dq	Ic:	I 1222	SXS5	1.6	1.23	0.10	50	14.16	9391	C7699
2001ef	Ic	I 381	SXT4		1.38	0.25		13.08	2629	C7716
2001ej	Ib	U 3829	S?		1.01	0.12		13.8x	4003	C7737
2001em	Ibc	N 7112	S..2		1.08	0.46	81	15.19x	6036	C7737
2001eq	Ic:	CGC453-62	S..5		0.86	0.31	146	15.1x	7706x	C7737
2001fw	Ib	U 9989	S?..		0.96	0.59		15.40x	4899	C7754
2001fx	Ib	I 5345	S..3		0.92	0.16	158		7980x	C7754
2001gl	Ibc	A 1401+05							108000x	C7763
2001ii	Ic	U 444	S?		1.06	0.16	160	13.99x	10865	C7792
2001is	Ib	N 1961	SXT5	2.8	1.66	0.19	85	11.73	4057	C7787
2002j	Ic	N 3464	SBT5	2.5	1.41	0.19	112	13.0	3558	C7808
2002ao	Ic	U 9299	SXS7P	5.3	1.28	0.30	85	13.9x	1534	C7836
2002ap	Ic pec	N 628	SAS5	1.1	2.02	0.04	25	9.95	763	C7811
2002bl	Ic pec	U 5499	SB.3		1.44	0.68	42	13.92x	4702	C7845
2002bm	Ic	M-01-32-19	SBR4P	1.8	1.37	0.01			5346	C7848
2002cg	Ic	U 10415	SX.3		1.01	0.06	135	14.62x	9364	C7881
2002cj	Ic	E 582-05	S..2		0.87	0.40	100			C7894
2002cl	Ic	P 48663	S...						21600x	C7885
2002cp	Ibc	N 3074	SXT5	2.8	1.37	0.05	145	13.30	5121	C7894
2002cw	Ib	N 6700	SBT5		1.16	0.16	115	13.8x		C7905
2002dg	Ib	A 1457+05							14000x	C7922
2002dn	Ic:	I 5145	S..2		1.20	0.25	170	15.61x	7422	C7922
2002dt	Ibc	E 516-05	S..2		0.93	0.13	144		7487x	C7929
2002dz	Ibc	M-01-01-52	SAT3P		1.08	0.24	170		5400x	C7954
2002ex	Ic	A 2209-10							11310x	C7964
2002fh	Ic:	A 1325+27							99000x	C7971
2002gy	Ibc	U 2661	L...		1.11	0.67	147	14.6x	6082	C7999
2002hf	Ic	E 411-34	SXR5	2.9	1.23	0.03		13.49x	5635	C8007

Таблица 1. (Продолжение)

Sp	Тип	Галактика	М. тип	L	lg D ₂₅	lg R ₂₅	PA	B _T	V _r	ссылка
2002hn	Ic	N 2532	SXT5		1.34	0.08	10	13.01	5228	C8009
2002ho	Ic	N 4210	SBR3		1.30	0.11	105	13.27x	2643	C8014
2002hy	Ib pec	N 3464	SBT5	2.5	1.41	0.19	112	13.0	3558	C8019
2002hz	Ib	U 12044	S..2		1.28	0.51	81	15.0x	5662	C8051
2002if	Ic:	A 0150+00							C8020
2002ji	Ibc	N 3655	SAS5	5.7	1.19	0.18	30	12.30	1403	C8028
2002jj	Ic	I 340	L..0		1.17	0.41	90		4091	C8031
2002jp	Ic	N 3313	PSBT2	3.3	1.59	0.09	55	12.38x	3539	C8031
2002jz	Ic	U 2984	SB.8		1.22	0.08			1528	C8037
2003a	Ibc	U 5904	S..3	3.5	1.30	0.79	152		6650	C8042
2003h	Ib	N 2207	SXT4P	2.3	1.63	0.19	141	12.2	2571	C8159
2003i	Ib	I 2481	S?		0.98	0.23	160	14.52x	5187	C8049
2003l	Ic	N 3506	S..5	2.3	1.08	0.04		13.37x	6304	C8057
2003bg	Ic	E 420-09	SBS5	3.3	1.22	0.13		13.75x	1187	C8088
2003bm	Ic	U 4226	SAR6		1.22	0.08	35	14.7x	7906	C8091
2003bp	Ib	N 2596	S..3	0.5	1.17	0.41	65	14.2	5837	C8091
2003bu	Ic	N 5393	PSBR1		0.96	0.13		14.00x	5865	C8098
2003cr	Ic:	U 9639	S..2		1.02	0.04		14.44x	10871	C8098
2003dg	Ibc	U 6934	SAR6		1.26	0.83	141	14.91x	5423	C8159
2003dh	Ic pec	A 1044+21							50365x	C8114
2003dr	Ibc	N 5714	S..6		1.51	0.91	82	14.07x	2354	C8159
2003ds	Ic	N 3191	SBS4P		0.92	0.16	5	14.1x	9169	C8158
2003el	Ic	N 5000	SBT4		1.23	0.07		13.9	5631	C8136
2003ev	Ic	P 825312			0.78	0.44	9			C8158
2003fc	Ic	P 880427			0.73	0.11	140			C8146
2003gf	Ic	E 601-31	IBS9	9.2	1.11	0.27	108	15.28x	2685	C8157
2003gk	Ib	N 7460	SBS3P		1.16	0.14	175	13.61	3334	C8164
2003hp	Ic	U 10942			0.99	0.36	116			C8211
2003id	Ic	N 895	SAS6	1.9	1.56	0.15	65	12.26	2289	C8203
2003ig	Ic	U 2971	S..5		1.14	0.24	136			C8211
2003ih	Ibc	U 2836	L...		0.99	0.03	0	13.4	5046	C8246
2003is	Ic	U 11430	SAS5		1.04	0.00		14.0x	5705	C8225
2003jd	Ic:	M-01-59-21	SXS9	7.5	1.15	0.12	80			C8234
2003jg	Ibc	N 2997	SXT5	1.6	1.95	0.12	110	10.06	868	C8241

Таблица 1. (Продолжение)

Sn	Тип	Галактика	М. тип	L	lg D ₂₅	lg R ₂₅	PA	B _T	V _r	ссылка
2003jp	Ibc	P 996697			0.65	0.14	158		90000x	C8237
2003kb	Ic:	U 3432	S..6		1.22	0.65	136	15.28x	5077	C8243
2003lw	Ic pec	A 0802-39							30000x	C8308
2004c	Ic	N 3683	SBS5	5.7	1.27	0.43	128	13.33x	1733	C8269
2004af	Ic	A 0538-23							16800x	C8296
2004ai	Ic	A 1354-12							17700x	C8296
2004ao	Ib	U 10862	SBT5		1.44	0.04		13.4x	1807	C8304
2004aw	Ic	N 3997	SB.3P		1.22	0.43		14.02	4742	C8331
2004ax	Ibc	N 5939	S...		0.96	0.28	35	14.0x	6825	C8311
2004bf	Ic	U 8739	SB?		1.29	0.67	122	14.57x	5095	C8317
2004bm	Ic:	N 3437	SXT5	5.0	1.40	0.49	122	12.95x	1224	C8339
2004bs	Ib	N 3323	SB?		1.10	0.27		13.93	3889	C8344
2004cc	Ic	N 4568	SAT4	4.6	1.66	0.36	23	11.68	2202	C8353
2004cs	Ibc	U 11001	S..8		1.11	0.45	133	14.39x	4362	23
2004dc	Ic	U 12734	S..3		1.24	0.53	94	14.27x	6435	C8372
2004dk	Ib	N 6118	SAS6	2.3	1.67	0.37	58	12.42	1622	C8404
2004dm	Ib	A 2243-40								C8377
2004dn	Ic	U 2069	SXS7	6.0	1.37	0.23	65	13.03x	3831	C8381
2004dx	Ic:	M+07-37-36	S?		0.89	0.07		14.92x	9136	C8420
2004eh	Ib	U 1892	SBR3		1.05	0.04		14.90x	10094	C8420
2004eu	Ic	M+07-05-39	S..4		0.87	0.10	76			C8418
2004ew	Ib	E 153-17	SXR5	4.4	1.41	0.14	110	13.92x	6406	C8425
2004fe	Ic	N 132	SXS4	1.9	1.28	0.13	40	13.45x	5458	23
2004ff	Ic	E 552-40	SBS2P		1.09	0.22	50	14.30x	6680	23
2004ge	Ic	U 3555	SXT4		1.08	0.05			4603	C8453
2004gk	Ic	U 7510	S..8		1.22	0.75	135	14.87x	-201	C8446
2004gn	Ic	N 4527	SXS4	3.3	1.79	0.47	67	11.38	1632	23
2004gq	Ic:	N 1832	SBR4	1.9	1.41	0.18	10	11.96	1808	C8452
2004gt	Ic	N 4038	SBS9P	4.2	1.72	0.23	80	10.91	1470	C8456
2004gv	Ib	N 856	SATO		1.11	0.15	20	14.13x	6021	C8456
2004ib	Ic	A 0240-00							16800x	C8481
2005c	Ib:	P 2606307			0.66	0.11	107			C8468
2005e	Ibc	N 1032	S..0		1.52	0.47	68	12.64	2665	C8465
2005n	Ibc	N 5420	S..3	4.2	1.14	0.33	130		4808	C8472

Таблица 1. (Продолжение)

Sp	Тип	Галактика	М. тип	L	lg D ₂₅	lg R ₂₅	PA	B _T	V _r	ссылка
2005o	Ib	N 3340	SBS4	1.9	1.00	0.06	145	13.8x	5426	C8472
2005v	Ibc	N 2146	SBS2P	3.4	1.78	0.25	56	11.38	1035	C8474
2005ac	Ib:	P 1177798			0.43	0.08	87			C8478
2005aj	Ic	U 2411	S?		1.61	1.15	12		2713	C8493
2005ar	Ib	CG 11-33	E		0.77	0.32	46			C8493
2005at	Ic	N 6744	SXS4	3.3	2.30	0.19	15	9.14	746	T 122
2005aw	Ic	I 4837A	SAS3	1.1	1.61	0.81	165	12.55x	3943	T 127
2005az	Ic	N 4961	SBS6	5.5	1.21	0.16	100	14.0	2558	C8504
2005bf	Ic	M-00-27-05	SBR3	1.9	1.26	0.22	150	13.23x	5516	C8509
2005bh	Ic	U 6495	SXS3	1.1	0.97	0.03		14.52-	6454	T 138
2005bj	Ic:	M+03-43-05			0.90	0.06	162			T 138
2005bk	Ic	M+07-33-27	S?		0.94	0.00		14.59x	7451	T 140
2005bq	Ic	I 4367	RSXR5	3.9	1.25	0.06		13.00x	3975	T 145
2005br	Ib	I 5084	SBS3?		1.20	0.21	137	13.53x	3013	T 156
2005cb	Ibc	N 6753	RSAR3	1.5	1.39	0.06	30	11.97	3073	T 156
2005ce	Ibc	I 5233	S?		0.98	0.10	175	14.65x	7577	T 159
2005ct	Ibc	N 207	S..1		0.97	0.31	84	14.75x		C8564
2005cz	Ib	N 4589	E..2		1.50	0.09	90	11.69	2121	C8579
2005da	Ic pec	U 11301	S..5		1.33	0.81	110			T 186
2005dg	Ic	E 420-3	SAT5	2.2	1.30	0.17	146	13.52x	3979	T 200
2005ek	Ic:	U 2526	S..3	4.5	1.55	0.68	136	13.33x	5093	T 235
2005eo	Ic	U 4132	S..4		1.22	0.58	28	13.7x	5185	C8605
2005fk	Ibc	A 2115-00							72000x	T 247
2005hg	Ic	U 1394	S..1		1.37	0.28	70	14.3x	6541	T 271
2005hl	Ib	CGCG 74-27			0.76	0.27	40		6000x	T 268
2005hm	Ib	A 2139-01							9000x	T 268
2005kf	Ic	N 2449	S..2		1.13	0.32	137	14.26x	4725	T 301
2005kl	Ic	N 4369	RSAT1		1.32	0.01		12.33	1072	T 305
2005kr	Ibc	A 0308+00							39000x	T 304
2005ks	Ibc	A 2137-00							30000x	T 304
2005kz	Ic	M+08-34-32	S?		0.99	0.28		15.00x	8297	C8639
2005lr	Ic	E 492-02	SXT3P		1.33	0.16	143	12.98x		T 321
2005mf	Ic	U 4798	SA.6		1.04	0.06		14.9x	8014	C8650
2005mn	Ib	A 0349-00							15000x	T 333

Таблица 1. (Продолжение)

Sp	Тип	Галактика	М. тип	L	lg D ₂₅	lg R ₂₅	PA	B _T	V _r	ссылка
2005nb	Ic	U 7230	SBS7P		1.15	0.22		14.51x	7078	C8657
2005nc	Ic	A 1832+26							181800x	C8696
2006f	Ib	N 935	S..6		1.24	0.21	155	13.63x	4224	T 368
2006ab	Ic	P 10652			1.27	0.53			5094x	C8677
2006aj	Ibc	A 0321+16							9930x	T 410
2006bb	Ic	U 4468	L		1.18	0.22	165	14.38x	7563x	T 454
2006cb	Ib	N 5541	S?		0.90	0.16		13.8x	7787	T 529
2006ck	Ic	U 8238	S..7		0.99	0.29	50			T 519
2006dg	Ic	M-01-60-23	SB?		0.82	0.00	30	15.37x	11075	T 562
2006dk	Ib	N 4161	S?		1.04	0.18	50	13.9x	5032	T 566
2006dn	Ib	U 12188			0.91	0.28	153			T 573
2006ea	Ib:	N 7353	S..4	2.9	1.26	0.46	145	14.15	7536	T 589
2006ec	Ib	M-04-55-14	SB.4		0.99	0.26	147			T 599
2006eg	Ibc	CG462-23	S..4		0.99	0.12	75			T 604
2006ei	Ic	N 735	S..3	1.2	1.26	0.33	138	14.07	4767	T 604
2006ep	Ib	N 214	SXR5	1.1	1.27	0.13	35	12.97	4685	T 612
2006gi	Ib	N 3147	SAT4	2.7	1.59	0.05	155	11.43	2935	T 635
2006ip	Ibc	P 196716			0.68	0.12	90		9000x	T 658
2006ir	Ibc	K 2302+73			0.71	0.25	8		6000x	T 658
2006jo	Ib	A 0123-00							24000x	T 680
2006jx	Ib:	A 0352+00							75000x	T 680
2006lc	Ic:	N 7364	S..0P		1.24	0.22	65	13.56x	4993	C8766
2006ld	Ib	U 348			0.59	0.06	80		4200x	T 689
2006li	Ib	U 3664	S..6		1.02	0.19	80	15.1x	8670x	T 741
2006lt	Ib	A 0216+30							4500x	T 714
2006lv	Ibc	U 6517	S..4	4.5	1.23	0.25	40	13.86x	2497	T 722
2006nx	Ibc	A 0333-00							15000x	C8778
2006oz	Ib:	A 2208+00								T 762
2006qk	Ic:	P 1157983			0.72	0.36	122		18000x	T 762
2006sg	Ic	A 0208-03							132000x	T 772
2006tq	Ic	A 0210-04				0.13			78000x	T 830
2007c	Ib	N 4981	SXS4	3.4	1.44	0.41	30	12.1x	1596	T 800
2007d	Ic	U 2653	S..7		1.14	0.18	155		7032	T 805
2007i	Ic	P 1114807			0.40	0.10	129		6487x	T 808

Таблица 1. (Продолжение)

Sp	Тип	Галактика	М. тип	L	lg D ₂₅	lg R ₂₅	PA	B _T	V _r	ссылка
2007j	Ib:	U 1778	SA.8		1.08	0.13	160	14.37x	5149	T 926
2007y	Ibc	N 1187	SBR5	2.1	1.74	0.98	130	11.34	1325	T 962
2007ag	Ib	U 5392	S..6		1.04	0.49	11		6135	T 874
2007aw	Ic	N 3072	S..0?		1.27		71	13.73x	3431x	T 908
2007az	Ib	U 4378	Irr		0.94	0.67	145		10420x	T 909
2007bi	Ic:	A 1319+08							30000x	T 929
2007br	Ib	P 1059004			0.70	0.71	112		15000x	T 941
2007bg	Ic:	A 1149+51							10200x	T 927
2007ce	Ic	A 1210+48							13800x	T 953
2007cl	Ic	N 6479	S..5		1.00	0.04		14.39x	6650x	T 972
2007db	Ic	P 1035619			0.54	0.40	79		18000x	T 990
2007dy	Ib	A 2122+05							12000x	T 990
2007ea	Ic	A 1553-27							12000x	T 990
2007eb	Ibc	A 2242+24							12000x	T 990
2007eq	Ibc	P 1830071			0.81	0.20	74		9000x	T 990
2007fi	Ibc	P 94302			0.71	0.10	120		15000x	T 996
2007ij	Ibc	A 2214-28							18000x	T 996
2007in	Ibc:	U 1963	SB.2		1.06	0.11	71		6000x	T 996
2007io	Ibc	N 7714	SBS3P		1.28	0.13	4	13.00	2925	T1001
2007gg	Ibc	A 0252+16							12000x	T1013
2007gl	Ibc	M+00-09-17	SB.5		0.76	0.07	134		9000x	T1024
2007go	Ibc:	E 475-16	RSBR2		0.98	0.21	143	14.23x	6900x	T1037
2007gr	Ibc	N 1058	SAT5	5.2	1.48	0.03		11.82	629	T1036
2007gx	Ic	A 1718+22							24000x	T1043
2007hb	Ibc	N 819	S..5		0.79	0.12	10		6000x	T1043
2007hl	Ibc	A 2050-01							18000x	T1050
2007hn	Ibc	P 1063030			0.56	0.25	47		9000x	T1050
2007iq	Ic	U 3416	S..6		1.33	0.29	90	14.7 x	4124	T1101
2007jy	Ibc	A 2051+00							54000x	T1081
2007ke	Ib	N 1129	E...		1.60	0.11	90	13.5 x	5317	T1101
2007kj	Ibc	N 7803	S..0		1.00	0.21	85	14.06	5505	T1092
2007kr	Iac	A 0025-00							87000x	T1098
2007me	Iac	A 0141-00								T1102
2007nc	Ib:	P 1183580			0.46	0.07	49		27000x	T1104

Таблица 1. (Продолжение)

Sn	Тип	Галактика	М. тип	L	lg D ₂₅	lg R ₂₅	PA	V _T	V _r	ссылка
2007nm	Iac	A 2245+10							13800x	T1110
2007qw	Ic	A 2235+00					142		45000x	T1139
2007qx	Ib	P 1188561			0.58	0.33	65		18000x	T1139
2007rb	Ibc	N 2889	SXT5	2.5	1.34	0.06		12.44	3152	T1141
2007ru	Ic pec	U 12381	PSA.0		1.16	0.06		14.8	4854	T1151
2007rz	Ic	N 1590	P..		0.93	0.07	106	14.49	3856	T1160
2007sj	Ibc	M+00-01-34	S..5		0.80	0.07			12000x	T1167

Сверхновые типа Ibc являются сравнительно редкими объектами. Однако за последние годы число открытых SNe Ibc значительно возросло и к концу 2007 года достигло 290. Последнее позволяет провести некоторые статистические исследования характеристик как самих звезд, так и их родительских галактик, а также сравнить их с результатами подобных исследований SNe II. Как отмечалось выше, последние по ряду свойств похожи на SNe Ibc. Все необходимые сведения о родительских галактиках сверхновых типа II были получены из тех же каталогов [24, 25]. Список SNe II, открытых к концу 2007 года, также составлен нами. Он содержит 1041 звезду. Для последующей работы были отобраны те из них, тип которых определен по виду спектра.

Анализ частот в распределениях морфологических типов, классов светимости и отношений осей родительских галактик в выборках сверхновых SNe Ibc и SNe II проводился методом сравнения двух выборочных долей вариант, а значимость их разностей определялась по χ -критерию Фишера [26]. Такой метод анализа правомочен, поскольку он позволяет сравнивать выборки разного объема.

Сравнение самих распределений частот морфологических типов, классов светимости и отношений осей проводилось методом накопленных частостей, а значимость их максимальных по абсолютной величине разностей определялась по критерию Колмогорова – Смирнова [26]. Полученные результаты приведены в разделе 3.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1. Распределение морфологических типов родительских галактик

Полученные частоты распределений морфологических типов галактик приведены в Табл. 2. В

первой колонке указано обозначение характеристики распределения, в колонках 2 – 10 — распределения галактик по типам, в 11 — их сумма. Величины n_1 и n_2 характеризуют частоту встречаемости сверхновых типов Ibc и II в галактиках разных морфологических типов. Они приведены в Табл. 2, из которой видно, что наибольшее число сверхновых обоих типов было открыто в спиральных галактиках Sb, Sbc и Sc, Scd и значительно реже они встречаются в галактиках других типов. Частоты галактик типов Sa, Sb и Sc включают частоты промежуточных типов Sab, Sbc и Scd соответственно. Анализ частот распределений n_1 и n_2 проводился путем сравнения двух выборочных долей вариант [26]. Полученные доли (равные отношению $n_i/\sum n_i = p_i$) p_1 и p_2 и их разности $(p_1 - p_2)$ использовались для определения величин “ u ”. Последние сравнивались с граничным значением $u_{01} = 2.58$, соответствующим уровню достоверности $P=99\%$ и позволяющему оценить значимость разностей долей вариант.

Как видно из Табл. 2, $u < 2.58$ верно для всех типов галактик, кроме S0. То есть для каждого морфологического типа сравниваемых выборок, кроме S0, разности долей вариант не значимы. Последнее означает, что сверхновые Ibc и II одинаково часто вспыхивают (наблюдаются) в галактиках всех типов, кроме линзовидных. Для них величина $u = 3.24$ получилась больше граничного значения, поэтому полученную разность долей (небольшую по величине) можно считать значимой (уровень достоверности $P = 99\%$). Последнее показывает, что SNe Ibc наблюдаются в S0 галактиках чаще, чем SNe II. Хотя число сверхновых обоих типов в линзовидных галактиках невелико (13 и 9 соответственно), справедливость сделанного заключения может быть проверена дальнейшими наблюдениями.

Сравнение самих распределений частот n_1 и n_2 проводилось методом накопленных частостей, а вычисленная величина $\chi^2 = 1.43$ оценивалась

Таблица 2. Распределение родительских галактик по морфологическим типам

	E	S0	Sa Sab	Sb Sbc	Sc Scd	Sd-Sm	Irr	P	S...	Σ
n_1	4	13	26	59	72	16	5	1	23	219
p_1	0.018	0.059	0.119	0.269	0.329	0.073	0.023	0.005	0.105	
n_2	1	9	54	198	203	57	22	4	76	624
p_2	0.002	0.014	0.086	0.317	0.325	0.091	0.035	0.006	0.122	
$p_1 - p_2$	0.017	0.045	0.032	0.048	0.003	0.018	0.012	0.002	0.017	
u	2.29	3.24	1.39	1.34	0.10	0.84	0.92	0.30	0.69	

по критерию Колмогорова – Смирнова [26]. Она получилась значительно меньше граничного значения $\lambda_{01}^2 = 2.65$, соответствующего уровню достоверности $P = 99\%$. Поэтому можно предположить, что полученные распределения морфологических типов родительских галактик SNe Ibc и SNe II не различаются между собой, а сами выборки галактик принадлежат одной генеральной совокупности. Это еще раз показывает, что данные сверхновые наблюдаются в галактиках одних и тех же типов, а их предсверхновые являются звездами одного типа населения.

Аналогичный результат был получен в работе С. ван ден Берга и др. [23] при анализе однородных выборок родительских галактик сверхновых тех же типов SNe Ibc и SNe II, открытых в Ликской обсерватории по программам LOSS и LOTOSS с помощью автоматического телескопа KAIT [27, 28]. Морфологические типы галактик в системе DDO [29–31] определялись как по снимкам с этого телескопа, так и по негативам, полученным в Паломарской обсерватории в ходе проведения обзоров POSS I и POSS II. Авторы [23] не получили никакого значимого различия в распределениях по хаббловским типам родительских галактик SNe Ibc и SNe II. По их мнению, это подтверждает, что сверхновые указанных типов имеют одинаково массивные предсверхновые.

Как видно из Табл. 1 и 2, четыре сверхновые SNe Ib (SN 2000ds, 2005ar, 2005cz, 2007ke) и одна SN II (SN 2005md) были открыты в эллиптических галактиках. Тип всех этих сверхновых определен достаточно уверенно. Родительские галактики SN 2000ds (NGC 2768) и 2005cz (NGC 4589) имеют показатели цвета $(B - V)_T$ 0.97 и 0.87 соответственно. Последнее означает, что в этих галактиках доминируют звезды населения типа II, которые не могут быть предсверхновыми SNe Ib. SN 2007ke была открыта в NGC 1129, взаимодействующей с NGC 1130, (пара E + E галактик), а SN 2005md (тип II) открыта в галактике NGC 2274, взаимодействующей с NGC 2275 (пара E + S0 галактик).

Для уточнения морфологических типов этих пяти галактик желательно получить их прямые изображения с высоким разрешением.

3.2. Распределения родительских галактик по классу светимости

Классы светимости L родительских галактик принимались в соответствии с числовой шкалой каталога RC3 [24]. К I классу были отнесены галактики с $L < 2.5$, ко II классу — с $2.5 < L < 4.5$, к III — с $4.5 < L < 6.5$, к IV — с $6.5 < L < 8.5$ и более слабые — к V классу. Частоты распределения классов светимости родительских галактик SNe Ibc и SNe II приведены в Табл. 3. В первой колонке обозначены характеристики распределения, в колонках 2 – 6 — число галактик соответствующего класса светимости и в последней — общее число галактик. Из Табл. 3 видно, что сверхновые обоих типов наблюдались в основном в галактиках высокой поверхностной яркости с хорошо развитой спиральной структурой (I и II классов светимости). Достоверность полученных разностей выборочных долей ($p_1 - p_2$) оценивалась по u -критерию, граничные значения которого равны 2.58 и 1.96 для уровней достоверности $P = 99\%$ и $P = 95\%$ соответственно.

Из Табл. 3 видно, что все вычисленные значения “ u ” получились меньше величины 2.58. Это показывает, что разности долей вариант ($p_1 - p_2$) в выборках родительских галактик сверхновых типов SNe Ibc и SNe II не значимы и что сами значения долей разных L практически не различаются. Последнее означает, что для галактик любого класса светимости появление сверхновых обоих типов равновероятно.

Отдельно мы рассмотрели распределение классов светимости родительских галактик SNe Ibc разных морфологических типов. Результаты приведены в Табл. 4. Из нее видно, что спиральные галактики, в которых чаще всего наблюдались SNe Ibc, являются яркими. Их класс светимости I и II, реже III. Напомним, что значения L , приведенные в [24], определены в основном для спиралей Sb и Sc. Для галактик других типов определений классов светимости существенно меньше. Действительно, только две сверхновые SN 2003gf и SN 2003jd типа Ic были открыты в галактиках низкой поверхностной яркости ESO 601-31 (IBS9, $L=9.2$) и MCG 01-59-21 (SXS9, $L=7.5$), их классы

Таблица 3. Распределение родительских галактик по классу светимости

<i>L</i>	I	II	III	IV	V	Σ
n_1	37	36	14	1	1	89
p_1	0.416	0.404	0.157	0.011	0.011	
n_2	72	129	48	9	2	260
p_2	0.277	0.496	0.185	0.035	0.008	
$p_1 - p_2$	0.139	0.092	0.027	0.023	0.004	
<i>u</i>	2.37	1.50	0.60	1.35	0.25	

светимости IV и V соответственно. Три сверхновые были открыты в ранних ярких спиральных со сложной морфологией NGC 1398 (PSBR2), NGC 2146 (SBS2P), NGC 3313 (PSBT2) классов светимости I и II.

Анализ распределений частот n_1 и n_2 классов светимости галактик проводился также методом накопленных частостей. Вычисленная величина $\lambda^2 = 1.28$ получилось значительно меньше граничного критерия Колмогорова – Смирнова $\lambda_{01}^2 = 2.65$ (уровень достоверности $P = 99\%$). Последнее позволяет предположить, что распределения классов светимости родительских галактик сверхновых типов Ibс и II не различаются между собой, а сами выборки *L* относятся к одной генеральной совокупности. Это еще раз показывает, что равновероятное появление сверхновых обоих типов разных классов светимости определяется морфологическим типом, яркостью и степенью развития спиральной структуры их родительских галактик.

3.3. Распределение отношений осей родительских галактик

В качестве отношения осей галактики принималось отношение осей изофоты, соответствующей поверхностной яркости $\mu_B = 25^m / \square''$. Они были вычислены по данным каталогов PGC [25] и RC3 [24] для 248 и 658 родительских галактик SNe Ibс и SNe II соответственно. Величины отношений осей изменялись от 1.0 (галактика видна анфас) до 0.1 (галактика видна с ребра). Они были разбиты на 9 равных интервалов, середины которых приведены в Табл. 5. В первой колонке указаны названия определяемых характеристик, во 2–10 колонках приводятся частоты галактик соответствующего интервала отношения осей и в последней колонке — полное число галактик.

Полученные разности долей вариант ($p_1 - p_2$) не являются значимыми, поскольку вычисленные величины “*u*” (строка 6) получились значительно меньше граничного значения $u_{01} = 2.58$, соответствующего уровню достоверности $P = 99\%$. Другими словами, для каждого интервала отношений

осей появление сверхновых обоих типов равновероятно.

Сравнение распределений отношений осей в изучаемых выборках родительских галактик SNe Ibс и SNe II не выявило их значимого различия: вычисленный критерий $\lambda^2 = 0.84 < 2.65 = \lambda_{01}^2$ (уровень $P = 99\%$). Поэтому можно предположить, что полученные распределения отношений осей родительских галактик сверхновых типов Ibс и II не различаются между собой, а сами выборки этих величин можно считать принадлежащими одной генеральной совокупности. Последнее означает, что SNe обоих типов наблюдаются в спиральных рукавах (то есть во внешних, более слабых областях) родительских галактик в основном “тонких” Sb – Scd морфологических типов с любым отношением осей. Меньшее число сверхновых в сильно наклоненных спиральных, вероятно, можно объяснить большим поглощением света в таких галактиках.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Составлен список сверхновых типов Ib, Ibс, Ic (SNe Ibс), открытых к концу 2007 года. В нем приведены характеристики родительских галактик этих звезд. Наличие такого списка позволило нам провести некоторые статистические исследования и сравнить свойства SNe Ibс и SNe II, так как они во многом похожи. Оба типа сверхновых наблюдаются в рукавах спиральных галактик, они тесно связаны с III-областями, иногда излучают в радиодиапазоне и ассоциируются с гамма-вспышками, а их предсверхновые являются массивными звездами населения I [8]. Список сверхновых типа II, открытых к концу 2007 года, составлен нами ранее. Он содержит 1041 звезду.

Оказалось, что сверхновые обоих типов наблюдаются чаще всего в спиральных галактиках типов Sb, Sbc, Sc и Scd. Причем относительная частота их появления в галактиках разных морфологических типов одинакова. Исключение составляют линзовидные галактики. В них сверхновые типа Ibс наблюдаются чаще, чем типа II. Однако количество SNe в галактиках этого типа невелико и, возможно, последующие наблюдения изменят это соотношение.

Таблица 4. Классы светимости родительских галактик SNe Ibc

L	I	II	III	IV	V	Σ
Sc, Scd	18	20	6			44
Sb, Sbc	18	12	4			34
Sd – Sm		2	3	1		6
Sa, Sab	1	2				3
Irr			1		1	2
Σ	37	36	14	1	1	89

Таблица 5. Распределение родительских галактик по отношениям осей

Интервал	0.95	0.85	0.75	0.65	0.55	0.45	0.35	0.25	0.15	Σ
n_1	23	37	49	35	38	20	22	11	13	248
p_1	0.093	0.149	0.198	0.141	0.153	0.081	0.089	0.044	0.052	
n_2	90	114	104	73	78	69	51	45	34	658
p_2	0.137	0.173	0.158	0.111	0.118	0.105	0.078	0.068	0.052	
$p_1 - p_2$	0.044	0.024	0.040	0.030	0.035	0.024	0.011	0.024	0.001	
u	1.85	0.87	1.06	1.22	1.38	1.11	0.46	1.40	0.00	

Интересно, что несколько сверхновых обоих типов были открыты в эллиптических галактиках. Является ли это обстоятельство редким или это обычное явление покажут дальнейшие наблюдения. Интерес представляет также тот факт, что значительное число SNe Ibc было открыто во взаимодействующих и других пекулярных галактиках.

Применение метода Колмогорова – Смирнова не выявило статистически значимого различия в распределениях морфологических типов, классов светимости и отношений осей родительских галактик сверхновых типов Ibc и II.

Проведенное статистическое исследование свойств родительских галактик сверхновых типов Ibc и II не выявило значимой разницы между ними. Оба типа звезд наблюдаются в галактиках разных типов (за исключением линзовидных) одинаково часто. Означает ли это, что они являются следствием одного и того же механизма взрыва их предсверхновых, относящихся к одному типу звездного населения? Ответить на этот вопрос смогут только последующие наблюдения и изучение этих звезд и их родительских галактик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. J. H. Elias, K. Matthews, G. Neugebauer, et al., *Astrophys. J.* **296**, 379 (1985).
2. T. P. Probh, *Bull. Astron. Soc. India* **13**, 68 (1985).
3. J. C. Wheeler and R. Levrealt, *Astrophys. J.* **294**, L.17 (1985).
4. J. C. Wheeler, R. P. Harkness, E. S. Barker, et al., *Astrophys. J.* **313**, L.69 (1987).
5. F. Bertola, *Ann. Astrophys.* **27**, 319 (1964).
6. F. Bertola, A. Mammanj, and M. Perinotto, *Contrib. Asiago Obs.* **174**, 51 (1965).
7. A. C. Porter and A. V. Filippenko, *Astronom. J.* **93**, 1372 (1987).
8. N. Panagia and V. G. Laidler in *Lecture Notes in Physics*. Ed. W. Kundt N316, 18 (1988).
9. A. V. Filippenko, A. C. Porter, and W. L. W. Sargent, *Astronom. J.* **100**, 1575 (1990).
10. R. P. Harkness, J. C. Wheeler, B. Margon, et al., *Astrophys. J.* **317**, 355 (1987).
11. A. V. Filippenko, *Astrophys. J.* **384**, L 37 (1992).
12. R. P. Harkness and J. C. Wheeler in *Supernovae*. Ed. by G. Petschek (Springer - Verlag, New York) p.1 (1990).
13. O. S. Bartunov, D. Yu. Tsvetkov, and I. V. Filimonova, *PASP* **106**, 1276 (1994).
14. S. D. van Dyk, M. Hamuy, and A. V. Filippenko, *Astronom. J.* **111**, 2017 (1996).
15. A. V. Filippenko, D. C. Leonard, and A. G. Riess, *IAU Circular* № 6850 (1998).
16. E. Cappellaro and M. Turatto, *IAU Circular* № 7352 (2000).
17. A. M. Soderberg, E. Nakar, E. Berger, et al., *Astrophys. J.* **638**, 930 (2006).
18. <http://cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat?VII/236>
19. D. Richardson et al, *Astronom. J.* **131**, 2233 (2006).
20. C. N. Gaskell, E. Cappellaro, H. L. Dinerstein, et al., *Astrophys. J.* **306**, L77 (1986).
21. A. V. Filippenko, *Astronom. J.* **96**, 1941 (1988).
22. A. Clocciatti, M. M. Philips, N. B. Suntzeff, et al., *Astrophys. J.* **529**, 661 (2000).
23. S. van den Bergh et al., *PASP* **117**, 773 (2005).

24. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin, et al., Third Reference Catalogue of Bright Galaxies. Berlin: Springer. (1991).
25. <http://cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat?VII/237>
26. В. Ю. Урбах, *Математическая статистика для биологов и медиков*. (М.: Издательство АН СССР, 1963).
27. S. van den Bergh, W. Li, and A. V. Filippenko, *PASP* **114**, 820 (2003).
28. S. van den Bergh, W. Li, and A. V. Filippenko, *PASP* **115**, 1280 (2003).
29. S. van den Bergh, *Publ. David Dunlap obs.* **2**, 159 (1960).
30. S. van den Bergh, *Astrophys. J.* **131**, 215 (1960).
31. S. van den Bergh, *Astrophys. J.* **131**, 558 (1960).

HOST GALAXIES OF TYPE IBC SUPERNOVAE

G.D. Polyakova

We draw up a list of type Ib and Ic supernovae and construct the distributions of morphological types, luminosity classes, and axial ratios of their host galaxies, which we compare to similar distributions for type II supernovae. Our analysis reveals no significant statistical differences between these distributions and demonstrates that the samples of host galaxies of SNe Ibc and SNe II can be regarded as drawn from the same parent population.

Key words: *SNe and SNe remnants*