

**РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ
НАБЛЮДЕНИЙ ЭКСПЕРИМЕНТА «ХОЛОД»
(РАТАН-600, $\lambda=7.6$ см)
В ИНТЕРВАЛЕ ПРЯМЫХ ВОСХОЖДЕНИЙ 9^h-12^h и 4^h**

*Н. Н. Бурсов, Н. М. Липовка, Т. Б. Пятунина, Н. С. Соболева,
А. В. Темирова*

Отработана методика определения координат источников в полосе неба эксперимента «Холод» при наблюдениях в меридиане и азимуте 30° . По этой методике определены координаты около 250 источников в интервале прямых восхождений $4^h, 9^h-12^h$. Предел обнаружения равен 5 мЯн. Показано, что для источников с отношением [сигнал—шум] ~ 10 координатная точность не хуже $3'' \times 10''$. Приведен каталог этих радиоисточников и проведено сравнение его с другими каталогами. С привлечением данных дополнительного эксперимента (февраль 1987 г.) и данных других авторов построены спектры для 60 источников (средний спектральный индекс 0.85 ± 3). Статистика источников с плоскими и крутыми спектрами не отличается от общепринятой. Для 5 ч полосы «Холода» (9^h-13^h) сделана попытка поиска следов сгущения. Наибольшее отклонение от случайного распределения источников по закону Пуассона наблюдается только на 1^m интервале. Приводится возможная интерпретация этого явления.

The methods of the coordinate determination of radiosources in the 7.6 cm RATAN-600 deep survey strip ($\pm 5'$) are reported. The observations were carried out in the meridian and in 30° azimuth. About 250 radiosources in the right ascension interval $4^h, 9^h-12^h$ were detected. The catalogue of these sources is reported. The detection limit of this catalogue is equal to 5 mJy. For the sources with the signal to noise ratio ~ 10 the coordinate accuracy is not worse than $3'' \times 10''$. The comparison of our catalogue with other catalogues was made. Using the data of the additional experiment (February 1987) and the data of other authors the spectra of 60 objects are obtained (the median spectral index 0.85 ± 3). Statistics of sources with flat and steep spectra coincides with the generally accepted one. The attempt to search radiosources clustering in the interval 9^h-13^h is made. The greatest deviation from Poisson's random distribution is noticed only in the 1^m interval. The possible interpretation of this fact is given too.

§ 1. Методика обработки наблюдений

Настоящая работа является частью работы по составлению каталога радиоисточников, полученных в глубоком 24-часовом обзоре «Холод» полоски неба шириной ± 15 мин дуги на склонения радиоисточника SS 433, проведенном на РАТАН-600 в 1980—1981 гг. Подробное описание самого эксперимента см. в [1—3]. В данной статье мы приводим каталог радиоисточников в интервале прямых восхождений 9^h-13^h . Каталоги источников обзора в интервалах прямых восхождений 13^h-14^h и 16^h-17^h опубликованы в [4, 5]. Привязка каталога по координатам, как и в [4, 5], производилась по наиболее точному Техасскому каталогу [6] на частоте 365 МГц.

Опыт, накопленный при обработке наблюдений 13-го и 16-го часов по прямому восхождению, позволил провести дальнейшую частичную автоматизацию обработки данных. Осреднение массивов и гаусс-анализ осредненных кривых прохождения в меридиане и азимуте 30° проводился с самого начала обработки по штатным программам [7, 8]. В настоящий момент вручную проводится только «отождествление» источников, полученных на кривой прохождения в меридиане с источниками в азимуте 30° .

При составлении программ последнего этапа обработки мы исходили из следующих предположений.

1. Зависимость абберационной поправки наблюдаемого момента прохождения радиоисточника в меридиане (связанной с выносом первичного облучателя из фокуса) от видимого склонения источника одна и та же для всех часов по прямому восхождению. Эта зависимость была определена по ярким источникам,

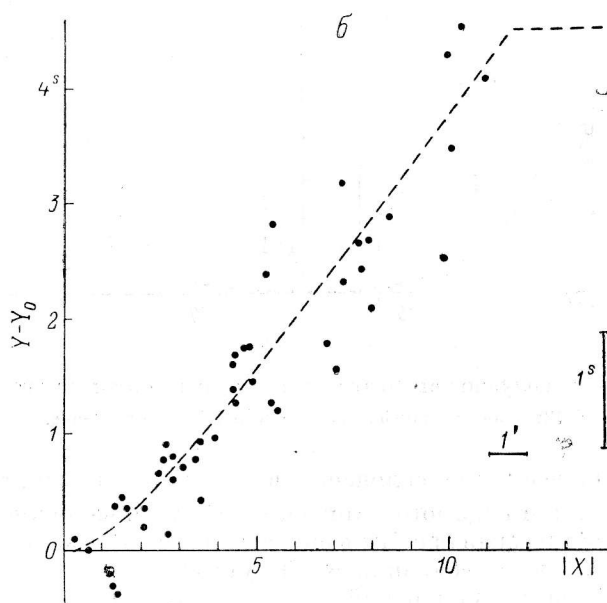
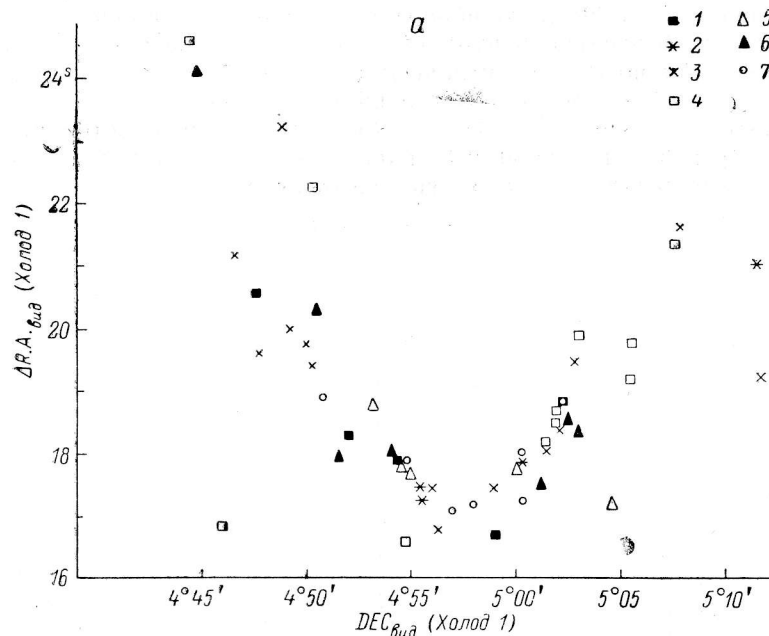


Рис. 1. Экспериментальная зависимость (а) от видимого склонения абберационной поправки к наблюдаемому моменту прохождения радиоисточника при выносе облучателя из фокуса на 2.7λ и аппроксимация отсимметрированной зависимости (б).

1 — 4h—5h; 2 — 9h—10h; 3 — 10h—11h; 4 — 11h—12h; 5 — 12h—13h; 6 — 16h—17h; 7 — 21h—22h.

отождествленным с источниками Техасского каталога в интервале по $R. A.$ 4^h-5^h , 9^h-14^h , 16^h-17^h , 21^h-22^h (рис. 1, а). Экспериментальная зависимость, соответствующая выносу первичного облучателя из фокуса, аппроксимировалась формулой

$$Y^* = 0.44 |X| - 0.67 [1 - \exp(-|X|/1.5)] + Y_0$$

для участка от -11.5 до $+11.5$ по склонению от центрального склонения ($Y_0=17.166$) и $Y^s=21.666$ вне этого участка, где Y — добавка, которую надо прибавить к значению момента кульминации, чтобы получить видимое прямое восхождение (R. A.); X — расстояние в минутах дуги по склонению от центрального склонения. Считалось, что абберационные эффекты в первом приближении симметричны относительно центрального склонения (видимого склонения, на которое была направлена электрическая ось радиотелескопа). На рис. 1, б зависимость Y ($|X|$) представлена штриховой линией.

2. Зависимость разности моментов прохождения радиосточников в меридиане и азимуте $30^\circ \Delta t$ от видимого склонения $DEC_{\text{вид}}$ одинакова для всего часа по R. A., хотя различна для других часовых зон.

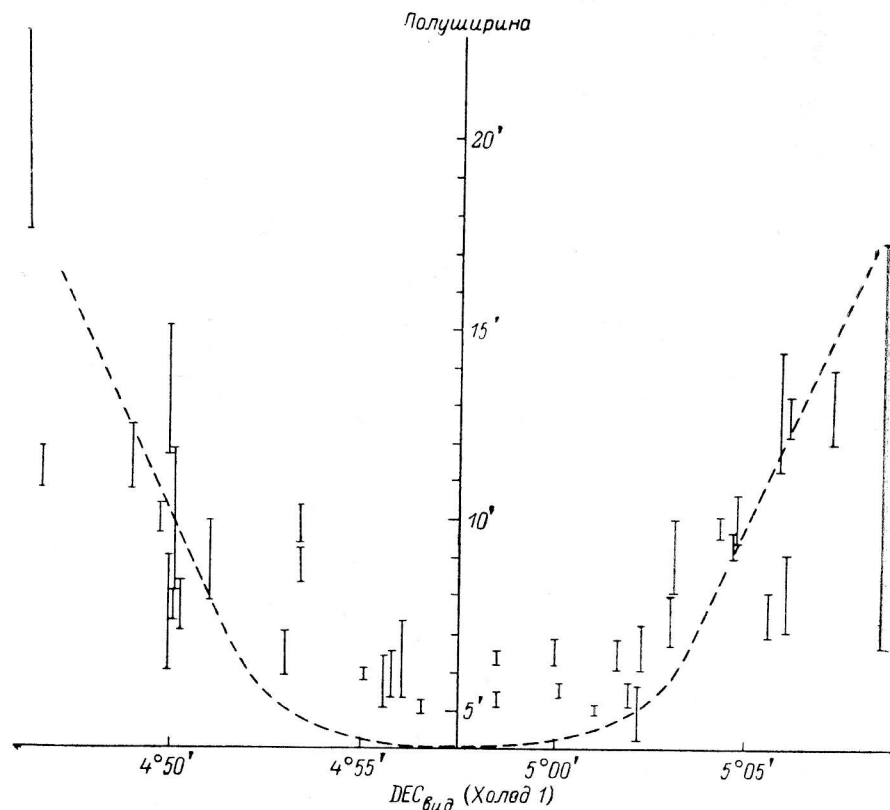


Рис. 2. Зависимость полуширины диаграммы направленности от видимого склонения. Штриховой линией показано теоретическое значение.

3. Ошибки в определении склонения вычислялись из кривой разности моментов прохождения от видимого склонения по $|X|$ и величине $\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$, где σ_1 — среднеквадратическая ошибка в определении момента прохождения в меридиане; σ_2 — аналогичная величина в азимуте 30° .

4. Разности видимых склонений в меридиане и азимуте 30° принимались одинаковыми на интервале в 1^h по R. A.

5. При отождествлении источников в меридиане с источниками в азимуте использовались следующие критерии.

а) Источник, имеющий разность моментов прохождения в меридиане и азимуте 30° вне интервала $1^h 19^m - 1^h 20^m 35^s$, считается неверно отождествленным, так как такой источник лежит вне диаграммы направленности радиотелескопа.

б) При правильном отождествлении источника в меридиане и азимуте 30° наблюдаемые величины антенной температуры и полуширины в меридиане должны быть близкими соответствующим значениям в азимуте.

в) Полуширины источников малых угловых размеров должны соответствовать зависимости полуширина—видимое склонение (рис. 2), построенной

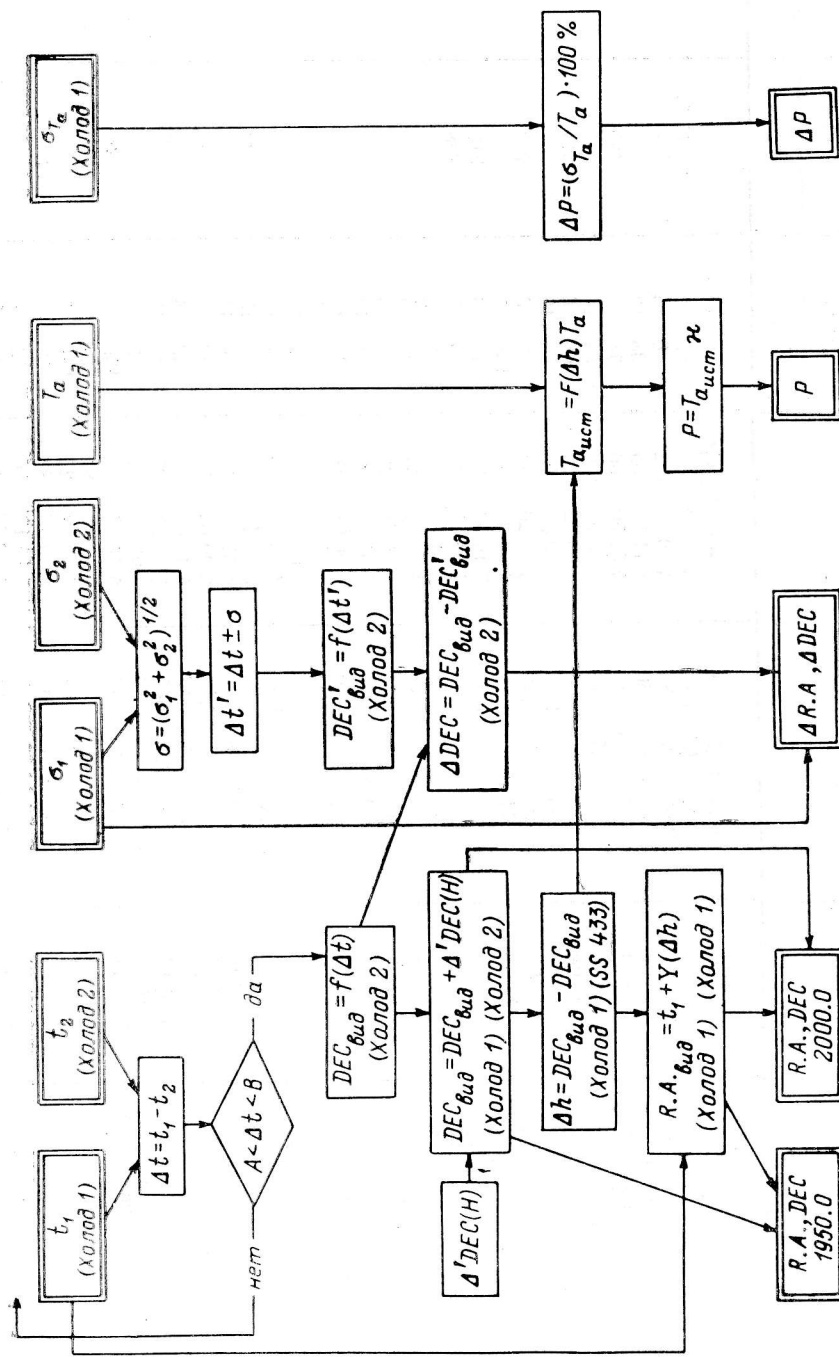


Рис. 3. Блок-схема вычисления координат и плотностей потоков каталога эксперимента «Холод». Входящие и выходные параметры обведены двойной чертой.

ТАБЛИЦА 1
Каталог источников, обнаруженных в эксперименте «Холод»

Источник	R. A.		DEC		R. A.	DEC		Плотность потока, мЯн		α	
	2	2000.0	3	3		4	1950.0	5	5		6
1											8
RC 0901-0454	9 ^h 01 ^m 55 ^s .36		4°54'05"		8 ^h 59 ^m 17 ^s .50 ± .71		5°05'55" ± 44"		5 ± 12 %		
RC 0902-0444	02 29.32		4 44 51		59 51.60		4 56 43		69 6		61 ± 15 %
RC 0904-0438	04 39.80		4 38 51		9 02 02.20		4 50 50		26 14		
RC 0906-0459	06 11.80		4 39 51		03 33.94		5 11 56		38 12		
RC 0907-0439 1	07 19.34		4 39 43		04 41.78		4 51 50		74 5		
RC 0907-0453	07 26.02		4 53 47		04 48.27		5 05 55		54 11		559
RC 0908-0451	08 20.86		4 51 02		05 43.16		5 03 12		68 6		514
RC 0908-0438	08 32.72		4 38 17		05 55.20		4 50 27		53 12		
RC 0909-0445 2	09 52.09		4 45 05		07 14.50		4 57 20		62 8		183
RC 0913-0441	13 58.14		4 41 12		11 20.67		4 53 38		194 5		
RC 0914-0507	14 02.17		5 07 32		14 24.36		5 19 59		70 6		517
RC 0916-0441	16 33.88		4 41 37		14 01.45		4 54 11		79 5		288
RC 0918-0448	18 57.42		4 48 33		16 19.95		5 01 44		9 15		
RC 0919-0439	19 35.87		4 39 08		16 58.52		4 51 51		47 14		
RC 0921-0440	21 14.29		4 40 54		18 36.96		4 53 41		27 15		
RC 0922-0448	21 57.42		4 48 17		19 20.01		5 01 06		11 15		
RC 0923-0458 3	22 05.21		4 53 17		19 27.74		5 06 07		12 15		
RC 0925-0449	23 57.09		4 58 49		21 19.58		5 11 44		12 15		
RC 0927-0445	25 48.12		4 49 50		23 10.76		5 02 50		5 15		
RC 0927-0457	27 07.42		4 45 54		24 30.43		4 58 58		27 15		
RC 0932-0444	27 47.42		4 57 40		25 10.00		5 10 45		21 15		
RC 0933-0506 4	32 49.81		4 44 10		30 12.66		4 57 29		37 15		182
RC 0934-0505	33 50.80		5 06 42		31 13.42		5 20 04		19 15		92
RC 0934-0456	34 28.40		5 05 19		31 51.03		5 18 43		72 6		82
RC 0935-0451	43 51.50		4 56 12		32 14.28		5 09 36		43 14		
RC 0936-0504	35 06.89		4 51 59		32 29.68		5 05 24		19 15		
RC 0936-0458	36 11.57		5 04 44		33 34.25		5 18 12		5 15		550
RC 0937-0450	36 34.17		4 58 43		33 56.92		5 12 12		139 5		
RC 0938-0506	37 10.36		4 50 29		34 33.21		5 03 59		40 15		
RC 0939-0458	38 22.41		5 06 33		35 45.10		5 20 06		121 5		122
RC 0940-0450	39 17.83		4 58 38		36 40.63		5 12 13		52 12		
RC 0942-0441	40 08.10		4 50 09		37 31.02		5 03 47		12 15		
	42 13.59		4 41 19		39 36.65		4 55 02		33 15		
									59 9		

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

Источник	R. A.		DEC		R. A.		DEC		Плотность погона, мЯн		α
	2000.0		1950.0		R. A.		DEC		3.95 ГГц	.96 ГГц	
	1	2	3	4	5	6	7	8			
RC 0942 + 0447	9 ^h 42 ^m 37 ^s 90	4 [°] 47'00"	5 [°] 00'44" ± 27"	9 ^h 40 ^m 00 ^s 90 ± .23	5 [°] 00'44" ± 27"	17 ± 15 %	151	-1.26			
RC 0943 + 0449A	43 34.27	4 49 18	5 03 05	40 57.27 1.2	5 03 05	10 15	-1.3				
RC 0943 + 0449B	43 54.64	4 49 47	5 03 35	41 17.64 .42	5 03 35	9 15	-1.03				
RC 0945 + 0454	45 42.64	4 54 26	5 08 11	43 36.64 .24	5 08 11	17 15					
RC 0945 + 0454	45 26.07	4 54 20	5 22 12	42 49.06 .29	5 22 12	21 15					
RC 0947 + 0508	47 53.92	5 08 15	5 16 02	45 16.80 .94	5 16 02	> 61					
RC 0948 + 0502	48 49.34	5 02 03	5 18 15	46 12.31 2.8	5 18 15	25 15	.87				
RC 0949 + 0454	49 41.76	4 54 52	5 08 54	47 04.82 .41	5 08 54	63 8					
RC 0950 + 0504	50 58.08	5 04 11	5 18 15	48 21.08 1.6	5 18 15	59 9	153 ± 15 %				
RC 0951 + 0451	51 32.21	4 51 01	5 05 06	48 55.35 .14	5 05 06	7 15					
RC 0952 + 0509	52 25.86	5 09 35	5 23 43	49 48.83 1.5	5 23 43	> 89	-1.41				
RC 0952 + 0453	52 46.54	4 53 31	5 07 40	50 09.69 .31	5 07 40	21 15	.34				
RC 0958 + 0427	58 02.21	4 27 44	4 42 04	55 25.73 1.2	4 42 04	> 48	.60				
RC 0958 + 0450	58 56.11	4 50 54	5 05 17	56 19.41 1.2	5 05 17	14 15	-1.42				
RC 1001 + 0452	10 01 44.75	4 52 01	5 06 30	59 08.10 .8	5 06 30	6 7	-1.47				
RC 1002 + 0448	02 38.17	4 48 10	5 02 41	10 00 01.58 1.4	5 02 41	7 13	-1.41				
RC 1002 + 0447	02 50.61	4 47 56	5 02 27	00 14.03 .24	5 02 27	15 23	-1.09				
RC 1005 + 0451	05 34.98	4 51 35	5 06 12	02 58.43 .48	5 06 12	14 19	-1.42				
RC 1006 + 0515	06 44.91	5 15 54	5 30 34	04 08.15 2.0	5 30 34	> 74	.42				
RC 1007 + 0503	07 27.25	5 03 59	5 18 39	04 50.62 .59	5 18 39	30 20	.79				
RC 1008 + 0455	08 44.42	4 55 59	5 17 01	06 07.60 .78	5 17 01	45 11	-1.12				
RC 1011 + 0502	11 57.73	5 02 11	5 07 48	09 21.22 2.0	5 07 48	72 15					
RC 1015 + 0452	15 15.34	4 52 51	5 29 03	12 38.99 .07	5 29 03	27 16	.84				
RC 1016 + 0514	16 05.00	5 14 05	5 10 35	13 28.49 1.9	5 10 35	31 19	-1.15				
RC 1016 + 0444	16 10.10	4 44 38	5 03 30	13 33.84 1.0	5 03 30	13 26	-1.30				
RC 1017 + 0455	17 28.40	4 55 34	5 06 55	14 52.08 .2	5 06 55	69 14	.54				
RC 1018 + 0448	18 12.53	4 48 27	5 06 57	15 36.28 .46	5 06 57	9 14	.44				
RC 1019 + 0451	19 01.09	4 51 51	5 33 13	16 24.83 1.3	5 33 13	> 55	-1.26				
RC 1019 + 0444	19 40.80	4 44 02	4 50 21	17 04.62 .37	4 50 21	> 71	.57				
RC 1021 + 0518	21 29.74	5 18 05	5 06 40	18 53.32 .42	5 06 40	40 7					
RC 1023 + 0435 ^b	23 06.79	4 35 10	5 06 40	20 30.76 .29	5 06 40	40 7					
RC 1023 + 0451 ^c	23 02.35	4 51 29	4 41 40	20 26.19 .29	4 41 40	> 51					
RC 1027 + 0426	27 23.36	4 26 21	4 41 40	24 47.49 2.0	4 41 40	> 51					

Источник	R. A.		DEC		R. A.		DEC		Плотность потока, мЯн		α
	2	2000.0	3	2000.0	4	1950.0	5	1950.0	3-95 ГГц	.96 ГГц	
1									6	7	8
RC 1028 + 0433	10 ^h 28 ^m 18 ^s 67		4°33'26"		10 ^h 25 ^m 42 ^s 77 ± 1.9		4°48'47" ± 167"		>27		— .84
RC 1030 + 0448	30 50.53		4 48 37		28 14.57	1.3	5 04 02	45	5 41	1014	— 1.55
RC 1031 + 0443	31 19.19		4 43 09		28 43.29	1.4	4 58 34	10	246		
RC 1032 + 0458	32 34.21		4 58 40		29 58.21	1.4	5 14 07	114	19 28	486	— .99
RC 1034 + 0450	34 41.96		4 50 03		31 36.06	1.16	5 05 34	9	29 20		— .81
RC 1034 + 0451	34 37.51		4 51 48		32 01.62	2.2	5 06 49	78	6 10		— 1.47
RC 1035 + 0452	35 01.60		4 52 36		32 25.71	.89	5 08 08	44	42 5		— 1.18
RC 1035 + 0443	35 28.55		4 43 26		32 52.75	.81	4 58 58	68	21 5		— .95
RC 1036 + 0449	36 48.80		4 49 30		34 12.98	.35	5 05 04	16	7 19		— 1.4
RC 1038 + 0451	38 17.31		4 51 57		35 41.50	.24	5 07 34	22	16 7		— 1.06
RC 1038 + 0514	38 50.03		5 14 15		36 14.08	.91	5 29 53	40	>210		.02
RC 1039 + 0505	39 36.34		5 05 37		37 00.46	3.2	5 21 16	134	35 13	207	
RC 1041 + 0454 ⁷	41 18.60		4 54 43		38 42.84	.18	5 10 25	120	44 15	150	
RC 1041 + 0447 ⁸	41 39.02		4 47 29		39 03.32	.38	5 03 11	14	25 5	177	
RC 1042 + 0444	42 18.58		4 43 25		39 42.92	.21	5 00 08	34	68 18	267	
RC 1042 + 0443	42 18.16		4 44 24		39 42.49	.21	5 00 08	34	68 11	267	
RC 1042 + 0440 ⁹	42 49.57		4 40 40		40 13.94	.41	4 56 23	14	32 11		
RC 1043 + 0443	43 45.23		4 43 13		41 09.60	.74	4 58 58	36	36 24	15115	
RC 1045 + 0451	45 26.87		4 51 01		42 51.24	.23	5 06 49	13	17 5	545	— .77
RC 1045 + 0455	45 51.82		4 55 48		43 16.16	.05	5 11 36	5	150 13		— 1.04
RC 1048 + 0500 ¹⁰	48 11.99		5 00 20		45 36.33	.56	4 57 24	19	39 13		— .68
RC 1048 + 0441 ¹¹	48 12.27		4 41 33		45 36.76	.56	5 16 11	45	44 13		— .64
RC 1050 + 0436	50 57.70		4 38 33		46 58.85	.8	5 22 15	48	81 33	225	— .38
RC 1051 + 0449	50 13.43		4 39 44		47 37.98	2.6	4 55 39	141	22 7	433	— .93
RC 1051 + 0458	51 25.93		4 49 50		48 50.44	.07	5 05 46	3	78 8	176	
RC 1052 + 0458	52 53.96		4 58 18		50 18.46	.24	5 14 15	20	110 5	230	— .77
RC 1053 + 0456	53 51.04		4 56 18		51 15.58	.34	5 12 17	37	30 13		— 1.42
RC 1054 + 0448	54 16.23		4 48 44		51 40.81	.11	5 04 44	8	68 19		— .34
RC 1055 + 0459	55 29.51		4 49 56		52 54.07	.44	5 15 57	29	32 13		
RC 1055 + 0449 ¹²	55 45.84		4 49 01		53 10.47	.15	5 05 03	16	44 6		
RC 1055 + 0517 ¹³	55 49.95		5 17 45		53 14.42	.15	5 33 47	54	>84		
RC 1057 + 0508	57 17.19		5 08 26		54 41.74	.99	5 24 29	60	>126	269	
RC 1057 + 0456	57 19.34		4 56 12		54 43.96	.23	5 12 16	21	43 15		
RC 1057 + 0456	57 51.06		4 56 36		55 15.70	.2	5 12 40	18	51 6		— .57

Источник	Р. А.		ДЭС	Р. А.		ДЭС	Плотность погона, МН		α
	2000.0			1950.0			3.95 ГГц	.96 ГГц	
	2	3		4	5				
1									8
RC 1058+0443	10 ^h 58 ^m 58 ^s 27	4 ^o 43'59"	4	10 ^h 56 ^m 23 ^s 00 ± 33	5 ^o 00'04" ± 17"	72 ± 5%			— .43
RC 1059+05071 ⁴	59 45.89	5 07 09		57 10.52	5 23 15	96 5			— .31
RC 1059+05141 ⁵	59 45.91	5 14 29		57 10.50	5 30 35	> 96			— .31
RC 1059+0453	59 51.22	4 53 50		57 15.92	5 09 57	8			— .53
RC 1100+0444	11 00 11.46	4 44 38		57 36.21	5 00 45	185 16			— .03
RC 1102+0459	11 02 47.45	4 59 50		11 00 12.19	5 15 59	78 10	316		— 1.3
RC 1103+0451	03 49.20	4 51 13		01 13.98	5 07 23	9 10			— 1.4
RC 1104+0450	04 25.32	4 50 02		01 50.14	5 06 13	7 20			— 1.3
RC 1105+0448	05 28.21	4 48 01		02 53.08	5 04 14	9 15			— 1.3
RC 1105+0450	05 38.69	4 50 01		03 03.55	5 06 14	9 27			— 1.3
RC 1110+0438	10 30.09	4 38 05		07 55.13	4 54 23	50 6	210		— .54
RC 1110+0456	10 50.56	4 56 49		08 15.52	5 13 07	99 5			— 1.04
RC 1113+0454	13 11.82	4 54 35		10 36.85	5 10 55	24 4			— .55
RC 1113+0436	13 56.71	4 36 37		11 21.83	4 52 58	62 5			— 1.35
RC 1114+0449	14 16.07	4 49 02		11 41.15	5 05 23	8 25			— 1.47
RC 1116+0452	16 07.56	4 52 15		13 32.67	5 08 38	21 6			— .29
RC 1117+0507	17 13.04	5 07 20		14 38.12	5 23 43	26 14			— 1.18
RC 1118+0450	18 13.75	4 50 31		15 38.92	5 06 55	14 7			— .83
RC 1123+0448	23 37.15	4 48 50		21 02.46	5 05 18	28 11			— .44
RC 1123+0450	23 53.23	4 50 10		21 18.53	5 06 38	5 5			— 1.41
RC 1124+0450	24 16.76	4 50 17		21 42.08	5 06 46	32 7	1570		
RC 1124+0456	24 37.96	4 56 10		22 03.27	5 12 39	15 4	147		
RC 1125+0446	25 41.80	4 46 49		23 07.17	5 03 19	14 14			— 1.06
RC 1126+0454	26 14.80	4 54 41		23 40.16	5 11 11	36 6			— 1.04
RC 1128+0450	28 10.83	4 50 52		25 36.24	5 07 23	16 15			— 1.26
RC 1128+0448	28 32.91	4 48 45		25 58.34	5 05 17	10 51			— 1.41
RC 1129+0450	29 26.61	4 50 05		26 52.05	5 06 37	28 7			— 1.01
RC 1130+0447	30 34.01	4 47 06		27 59.49	5 03 39	24 18			— 1.22
RC 1130+0454	30 58.28	4 54 14		28 23.76	5 10 48	114 5	712		
RC 1131+0455	31 56.35	4 55 42		29 21.85	5 12 16	5 31	494		
RC 1134+0501	34 33.42	5 01 56		31 58.97	5 18 32	165 15			— 1.01
RC 1134+0448	34 40.40	4 48 08		32 05.90	5 04 43	38 15			— .93
RC 1135+0454	35 43.34	4 54 26		33 08.94	5 11 02	22 15			

Источник	R. A.		DEC		R. A.		DEC		Плотность потока, мЯн		α
	2000.0		5		1950.0		5		3.95 ГГц	.96 ГГц	
	1	2	3	4	5	6	7	8			
RC 1136 +0457	11 ^h 36 ^m 08.29	4°57'03"	11 ^h 33 ^m 33.89 ± .75	5°13'39" ± 75"	16 ± 15 %						-1.06
RC 1138 +0452	38 39.24	4 52 09	36 04.91 .32	5 08 46	14 20						-1.22
RC 1140 +0453	40 13.13	4 23 03	37 38.85 .35	5 09 38	18						
RC 1142 +0429	42 09.72	4 29 23	39 35.52 .72	4 46 02	71						
RC 1142 +0455	42 20.16	4 55 06	39 45.93 .13	5 11 44	10				320		
RC 1142 +0444	42 53.34	4 44 16	40 19.13 .30	5 00 54	23						
RC 1144 +0441	44 05.15	4 41 46	41 30.97 .98	4 58 25	49						
RC 1145 +0455	45 21.33	4 55 25	42 47.17 .10	5 12 05	5				899		
RC 1146 +0453	46 10.23	4 53 38	43 36.10 1.0	5 10 18	59						-1.26
RC 1146 +0458	46 32.87	4 58 59	43 58.74 .21	5 15 39	14				243		
RC 1148 +0455	48 47.95	4 55 44	46 13.88 .07	5 12 24	5				1050		
RC 1150 +0456	50 17.74	4 56 08	47 43.71 .46	5 12 49	28						
RC 1150 +0459	50 52.53	4 59 22	48 18.51 .17	5 16 03	12				551		
RC 1152 +0449	52 24.62	4 49 02	49 50.64 .24	5 05 44	10						-1.06
RC 1152 +0446 ¹⁶	52 25.71	4 46 43	49 51.74 .24	5 02 54	21						
RC 1152 +0503	52 52.03	5 06 37	50 18.05 .60	5 23 18	24						
RC 1152 +0506 ¹⁷	52 52.03	5 03 05	50 18.05 .60	5 19 47	34						
RC 1153 +0454	53 14.84	5 04 30	50 40.88 .60	5 11 11	123						
RC 1153 +0501	53 48.45	5 01 26	51 14.51 .77	5 18 08	105						
RC 1154 +0437	54 18.42	4 37 30	51 44.50 .88	4 54 12	36						
RC 1154 +0431	54 57.95	4 31 38	52 24.10 .41	4 48 20	30						
RC 1154 +0520	54 18.44	5 20 40	51 44.49 .28	5 37 22	32				419		
RC 1154 +0502	54 58.00	5 02 52	52 24.04 .80	5 19 34	65						
RC 1155 +0444	55 17.82	4 44 24	52 43.92 .49	5 01 03	19						
RC 1157 +0445	57 28.81	4 45 19	54 54.97 .56	5 02 01	46						
RC 1158 +0456	58 52.11	4 56 58	56 18.3 .22	5 13 40	32						
RC 1203 +0504	12 03 15.24	5 04 06	12 00 41.54 2.2	5 20 48	88				258		
RC 1204 +0455	04 15.91	4 55 41	01 42.24 1.2	5 12 23	71						-1.22
RC 1205 +0520	05 33.42	5 20 32	02 59.78 3.5	5 37 14	138						
RC 1206 +0456	06 07.90	4 56 07	03 34.27 .59	5 12 48	39				160		
RC 1206 +0450 ¹⁸	06 19.73	4 50 32	03 46.10 2.7	5 07 14	98				392		
RC 1206 +0454	06 51.26	4 54 02	04 17.65 .6	5 10 44	115						-1.41

Т А Б Л И Ц А 1 (продолжение)

Источник	R. A.		DEC		R. A.		DEC		Плотность потока, мЯн		α
	2	2000.0	3	2000.0	4	1950.0	5	1950.0	3.95 ГГц	.96 ГГц	
1									6	7	8
RC 1208+0455	12 ^h 08 ^m 53.37		4°55'39"		12 ^h 06 ^m 19.81 ± .7		5°12'20" ± 95"		13 ± 10 %		-1.15
RC 1209+0455	09 47.28		4 55 05		07 13.74		5 02 32		3 10	139	-1.76
RC 1213+0500	13 30.70		5 00 38		10 57.27		5 17 18		146 14	418	
RC 1213+0459	13 49.37		4 59 30		11 15.95		5 16 10		30 43		.79
RC 1218+0515 ¹⁹	18 56.25		5 15 17		16 22.98		5 31 56		> 35 6		.73
RC 1219+0450	19 09.00		4 50 12		16 35.70		5 06 51		9 36		-1.3
RC 1219+0446	19 39.50		4 46 25		17 06.21		5 03 04		20 16		
RC 1221+0455	21 07.29		4 55 12		18 34.05		5 11 51		15 22		-1.09
RC 1221+0504 ²⁰	21 51.11		5 04 16		19 17.91		5 20 54		96 33		-1.06
RC 1223+0452	23 37.43		4 52 08		21 04.24		5 08 45		16 15		-1.30
RC 1223+0450	23 20.98		4 50 22		22 47.84		5 06 59		9 29		.94
RC 1225+0509	26 54.42		5 09 59		24 21.36		5 26 35		> 173		
RC 1226+0443	27 31.26		4 43 22		24 58.15		5 06 58		> 46 23		-1.06
RC 1227+0443	28 28.92		4 46 24		25 55.85		5 02 59		18 20		-1.01
RC 1230+0448	30 22.40		4 48 07		27 49.38		5 04 41		39 56		.69
RC 1232+0441	32 23.50		4 41 05		29 50.51		4 57 37		14 10		-1.12
RC 1233+0443	33 42.39		4 43 09		31 09.43		4 59 41		14 37		-1.12
RC 1234+0455	34 44.65		4 55 06		32 11.75		5 11 37		54 5		.55
RC 1235+0453	35 07.35		4 53 33		32 34.46		5 10 05		24 40		
RC 1235+0435	35 45.89		4 35 33		33 12.97		4 52 04		105 19		
RC 1237+0457	37 26.36		4 57 50		34 53.55		5 14 19		> 59		.51
RC 1237+0428	37 54.40		4 28 29		35 21.50		4 44 58		252 34		
RC 1239+0443	39 32.44		4 43 16		36 59.63		4 59 44		> 27		.84
RC 1241+0432	41 42.50		4 32 13		39 09.71		4 48 40		20 42		.97
RC 1242+0445	42 42.55		4 45 26		40 09.83		5 01 51		7 5		-1.41
RC 1244+0453	44 30.77		4 53 00		41 58.11		5 09 24		47 10		.61
RC 1245+0515	45 47.34		5 15 41		43 14.80		5 32 04		23 10		
RC 1246+0448	46 38.26		4 48 18		44 05.64		5 04 41		88 15		.34
RC 1250+0505	50 44.61		5 05 20		48 12.16		5 21 38		5		
RC 1251+0446	51 29.37		4 46 48		48 56.87		5 03 06		208 5		834
RC 1252+0448	52 41.01		4 48 30		50 08.54		5 04 47		98 9		387
RC 1255+0453	55 54.77		4 53 44		53 23.40		5 09 57		46 14		297
RC 1257+0458	57 55.88		4 58 26		55 23.59		5 14 38		173 8		372

Источник	R. A.		DEC		R. A.		DEC		Плотность потока, мЯн		α
	2000.0		1950.0		4		5		3.95 ГГц	7	
1	2		3		4		5		6	7	8
RC 1259+0434	12 ^h 59 ^m 01 ^s .94	4°34'14"	12 ^h 56 ^m 29 ^s .55 ± .32	4°50'25" ± 26"	12 ^h 56 ^m 29 ^s .55 ± .32	4°50'25" ± 26"	4°50'25" ± 26"	4°50'25" ± 26"	> 70		.44
RC 1259+0429	59 57.39	4 29 54	57 25.00	4 36 15	57 25.00	4 36 15	4 36 15	4 36 15	> 94		—
RC 0401+0456	4 01 30.02	4 56 25	3 58 51.35	4 56 25	3 58 51.35	4 56 25	4 48 05	4 48 05	11 ± 15 %		.32
RC 0402+0459	02 32.65	4 59 04	59 53.92	4 59 04	59 53.92	4 59 04	4 50 47	4 50 47	20		
RC 0403+0458	03 32.73	4 58 42	4 00 54.00	4 58 42	4 00 54.00	4 58 42	4 50 30	4 50 30	20		
RC 0404+0505 ²¹	04 20.93	5 05 10	01 42.07	5 05 10	01 42.07	5 05 10	4 57 00	4 57 00	5		
RC 0404+0510 ²²	04 28.84	5 10 13	01 49.91	5 10 13	01 49.91	5 10 13	5 02 04	5 02 04	8		
RC 0404+0502 ²³	04 28.06	5 02 32	01 49.25	5 02 32	01 49.25	5 02 32	4 54 23	4 54 23	21		
RC 0404+0500 ²⁴	04 25.40	5 00 51	01 46.62	5 00 51	01 46.62	5 00 51	4 52 41	4 52 41	12		
RC 0406+0450	06 35.55	4 53 10	03 56.87	4 53 10	03 56.87	4 53 10	4 45 09	4 45 09	15		
RC 0410+0450	10 06.54	4 50 39	07 27.87	4 50 39	07 27.87	4 50 39	4 42 51	4 42 51	27		
RC 0412+0459	12 00.60	4 59 47	09 21.74	4 59 47	09 21.74	4 59 47	4 52 07	4 52 07	6		
RC 0416+0450 ²⁵	16 48.80	4 50 00	14 10.06	4 50 00	14 10.06	4 50 00	4 42 39	4 42 39	15		
RC 0417+0509 ²⁶	17 18.56	5 09 00	14 39.47	5 09 00	14 39.47	5 09 00	5 01 41	5 01 41	12		
RC 0417+0518 ²⁷	17 32.72	5 18 03	14 53.48	5 18 03	14 53.48	5 18 03	5 10 44	5 10 44	12		
RC 0421+0501	21 54.36	5 01 49	19 15.35	5 01 49	19 15.35	5 01 49	4 54 48	4 54 48	11		
RC 0423+0456	23 34.20	4 56 39	20 45.37	4 56 39	20 45.37	4 56 39	4 49 44	4 49 44	15		
RC 0426+0451	26 36.15	5 18 23	23 56.79	5 18 23	23 56.79	5 18 23	5 11 41	5 11 41	15		
RC 0427+0457	27 47.57	4 51 34	23 41.41	4 51 34	23 41.41	4 51 34	4 44 50	4 44 50	7		
RC 0429+0505	29 34.46	4 57 13	25 08.58	4 57 13	25 08.58	4 57 13	4 50 35	4 50 35	6		
RC 0430+0507	30 04.24	5 07 25	26 55.30	5 07 25	26 55.30	5 07 25	4 58 47	4 58 47	24		
RC 0429+0440	29 53.16	4 40 26	27 14.45	4 40 26	27 14.45	4 40 26	5 00 56	5 00 56	21		
RC 0433+0517 ²⁸	33 05.95	5 17 02	30 26.54	5 17 02	30 26.54	5 17 02	5 10 46	5 10 46	15		
RC 0433+0520 ²⁹	33 11.47	5 20 34	30 32.00	5 20 34	30 32.00	5 20 34	5 14 18	5 14 18	5		
RC 0433+0525 ³⁰	33 49.53	5 25 42	30 39.96	5 25 42	30 39.96	5 25 42	5 19 27	5 19 27	5		
RC 0434+0512	34 26.09	5 12 53	31 46.74	5 12 53	31 46.74	5 12 53	5 06 42	5 06 42	23		
RC 0436+0451 ³¹	36 15.9	4 51 48	33 36.81	4 51 48	33 36.81	4 51 48	4 45 45	4 45 45	35		
RC 0436+0500 ³²	36 28.77	5 00 01	33 49.64	5 00 01	33 49.64	5 00 01	4 53 59	4 53 59	26		
RC 0437+0507	37 25.05	5 07 42	34 45.77	5 07 42	34 45.77	5 07 42	5 01 43	5 01 43	7		
RC 0444+0501	44 47.94	5 01 20	41 38.71	5 01 20	41 38.71	5 01 20	4 55 50	4 55 50	5		
RC 0444+0517	44 43.94	5 17 56	42 04.40	5 17 56	42 04.40	5 17 56	5 12 27	5 12 27	13		
RC 0446+0525	46 25.87	5 25 24	43 46.18	5 25 24	43 46.18	5 25 24	5 20 02	5 20 02	13		
RC 0446+0458	46 58.40	4 58 27	44 19.2	4 58 27	44 19.2	4 58 27	4 53 08	4 53 08	15		

Источник	Р. А.		DEC		R. A.		DEC		Плотность потока, мЯн		α
	2000.0		3		4		5		3.95 ГГц	.96 ГГц	
	2	3	4	5	6	7	8				
RC 0448 + 0452	4 ^h 48 ^m 13 ^s .14	4°52'03"	3 ^h 45 ^m 34 ^s .05 ± .55	4°46'48" ± 24"	49 ± 16 %						
RC 0448 + 0434	48 53.87	4 34 08	46 15.11 ± 2.5	4 28 56	71						
RC 0451 + 0440	51 46.08	4 40 49	48 37.18 ± 1.3	4 35 48	101						
RC 0452 + 0451	52 10.01	4 51 33	49 30.90 ± .85	4 46 36	34						
RC 0453 + 0509	53 22.52	5 09 51	50 43.06 ± .75	5 04 58	151						
RC 0454 + 0505 ³³	54 14.90	5 05 10	51 35.51 ± 1.8	5 00 20	17						
RC 0454 + 0525 ³⁴	54 17.78	5 25 58	51 38.01 ± 1.8	5 21 09	45						
RC 0454 + 0508 ³⁵	54 20.10	5 08 29	51 40.65 ± 1.8	5 03 40	41						
RC 0454 + 0528 ³⁶	54 21.55	5 28 23	51 41.73 ± 1.8	5 23 34	41						
RC 0455 + 0506 ³⁷	55 23.22	5 06 41	52 43.81 ± .85	5 01 27	67						
RC 0455 + 0514 ³⁸	55 35.59	5 14 05	52 56.03 ± .85	5 09 22	38						
RC 0455 + 0520 ³⁹	55 45.74	5 20 34	53 06.06 ± .85	5 07 55	52						
RC 0456 + 0512	56 18.45	5 12 36	53 38.91 ± 2.7	5 07 55	74						
RC 0457 + 0529	57 22.4	5 29 25	54 42.53 ± .63	5 24 48	47						
RC 0457 + 0452	57 55.59	4 52 43	55 16.42 ± .59	4 48 09	168						
RC 0458 + 0506	58 17.22	5 06 31	55 37.78 ± .25	5 01 58	69						
RC 0458 + 0450 ⁴⁰	58 29.92	4 50 52	55 50.77 ± 1.8	4 46 21	114						
RC 0458 + 0504 ⁴¹	58 50.85	5 04 14	56 11.45 ± 1.8	4 59 44	32						
RC 0459 + 0456	59 05.53	4 56 43	56 26.28 ± .49	4 51 44	17						
RC 0459 + 0454	59 14.15	4 54 50	56 34.92 ± 1.5	4 50 22	54						
					20						

Примечания. 1. Далекое прохождение $\Delta b > 13$. 2. Неуверенное разбиение на гауссовы компоненты. 3. Возможно, двойной источник. 4. Вероятно, двойной. 5, 6. Реален один из них. 7, 8. Склонение получено из дополнительных измерений в 1987 г. 9. Неопределенный объект. 10, 11. Реален один из них, 10 — наиболее вероятно. 12, 13. Реален один из них, 12 — более вероятно. 14, 15. Реален один из них, 12 — более вероятно. 16, 17. Возможно, нереальные. 18, 20. Возможно, протубернанные. 19. Отождествления неопределены, источник блендируется ЗС 270. 20. Отождествление неопределенно. 21, 22. Реален один из них. 23, 24. Реален один из них. 25—27. Реален один из них. 28—30. Реален один из них. 31, 32. Реален один из них. 33—36. Реален один из них. 37—39. Реален один из них. 40, 41. Реален один из них.

по ярким объектам и удовлетворяющей теоретической зависимости. Для протяженных объектов эта кривая является нижним пределом полуширины. Источники, лежащие ниже кривой, считаются неверно отождествленными.

Осреднение и гаусс-анализ кривых прохождений производился на ЭВМ СМ-4 (РАТАН-600). Второй этап обработки был сделан на HP 9825 (ЛФ САО). Блок-схема расчета этого этапа приведена на рис. 3. Вводимыми величинами являются моменты прохождения источника в меридиане t_1 («Холод 1») и азимуте 30° t_2 («Холод 2»), точности в определении этих величин σ_1, σ_2 , а также антенная температура в меридиане T_a и ее погрешность в процентах σ_{T_a} . Выходными величинами являются координаты источника: R. A. и DEC на эпоху 10.02.80, на эпоху 1950.0 и на эпоху 2000.0, точности определения R. A. — $\Delta R. A.$ и склонения ΔDEC , а также плотность потока источника P на частоте 3.94 ГГц и погрешность в определении плотности потока $\Delta P, \%$.

По этой программе были определены положения и плотности потоков 250 источников, обнаруженных в эксперименте «Холод» в интервалах 9^h-13^h , а также в интервале 4^h-5^h (уточнение данных) по прямому восхождению в полосе эксперимента «Холод» по склонению (табл. 1).

В заключение этого параграфа сделаем несколько замечаний.

1. Как известно, во время эксперимента «Холод» между 58 и 60 мин каждого часа по прямому восхождению проводились калибровка и «подкомпенсация» (уменьшение разности температуры антенны и эквивалента). В этих участках определение координат было затруднено. В ряде случаев для получения склонений были привлечены наблюдения, проведенные в феврале—марте 1987 г. методом сечений (см. ниже).

2. В нескольких случаях, где расстояния между объектами по прямому восхождению малы и интенсивности источника близки, отождествления объектов в каталоге неверные координаты по склонению.

3. В методике обработки и проведении наблюдений имеется ряд слабых мест, приводящих к ошибкам в определении координат и плотностей потоков источников. Отметим некоторые из них.

Для слабых источников точность координат и плотностей потоков определяется в основном шумами приемной аппаратуры. Очень слабые объекты обнаружимы только в том случае, если они лежат в пределах очень узкой полосы на небе по склонению ($\pm 5'$ от центрального склонения).

Для ярких источников, лежащих по склонению вблизи центрального сечения диаграммы направленности, ошибка в определении координат по R. A. связана с негауссовой формой горизонтального сечения диаграммы направленности (абберационные эффекты). Для понимания того, что происходит в этом случае, рассмотрим рис. 4, где представлены теоретические (расчетные) горизонтальные сечения диаграммы направленности при выносе облучателя из фокуса на 2.7 длины волны (что соответствует выносу облучателя в эксперименте «Холод»). При гаусс-анализе несимметричной кривой прохождения (рис. 5) вместо одного гаусса обычно выделяются два гауссовых источника (кривые 1, 2). Положение максимума гауссового источника максимальной амплитуды,

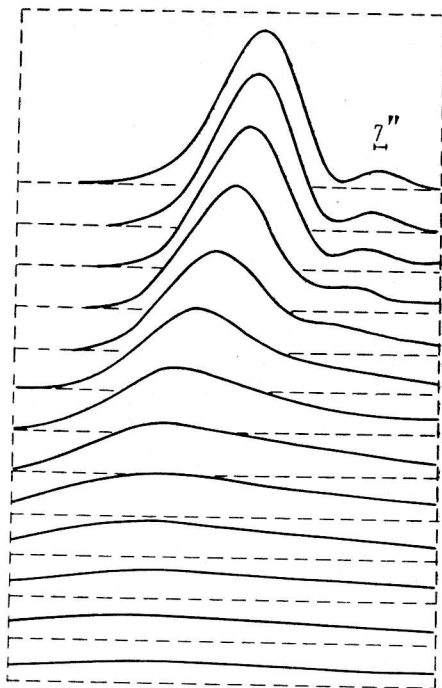


Рис. 4. Расчетные горизонтальные сечения диаграммы направленности Северного сектора РАТАН-600 при выносе облучателя из фокуса на 2.7λ . Сечения сделаны через 1.17° .

в меридиане и азимуте 30° могут быть ошибочными. Такие источники будут иметь в каталоге неверные координаты по склонению.

3. В методике обработки и проведении наблюдений имеется ряд слабых мест, приводящих к ошибкам в определении координат и плотностей потоков источников. Отметим некоторые из них.

Для слабых источников точность координат и плотностей потоков определяется в основном шумами приемной аппаратуры. Очень слабые объекты обнаружимы только в том случае, если они лежат в пределах очень узкой полосы на небе по склонению ($\pm 5'$ от центрального склонения).

Для ярких источников, лежащих по склонению вблизи центрального сечения диаграммы направленности, ошибка в определении координат по R. A. связана с негауссовой формой горизонтального сечения диаграммы направленности (абберационные эффекты). Для понимания того, что происходит в этом случае, рассмотрим рис. 4, где представлены теоретические (расчетные) горизонтальные сечения диаграммы направленности при выносе облучателя из фокуса на 2.7 длины волны (что соответствует выносу облучателя в эксперименте «Холод»). При гаусс-анализе несимметричной кривой прохождения (рис. 5) вместо одного гаусса обычно выделяются два гауссовых источника (кривые 1, 2). Положение максимума гауссового источника максимальной амплитуды,

хотя и близко, но несколько отличается от положения истинного максимума (кривая 4). Аппроксимация же одиночным гауссом (кривая 3) приводит к еще большей погрешности в положении максимума. Занижается и значение антенной температуры, а следовательно, и плотности потока.

Для сильных источников, лежащих далеко от центрального сечения диаграммы направленности, ошибка связана не только с негауссовой формой сечения, но также и с методикой чистки кривой прохождения от атмосферных искажений. Применение методики чистки может сильно исказить запись источника

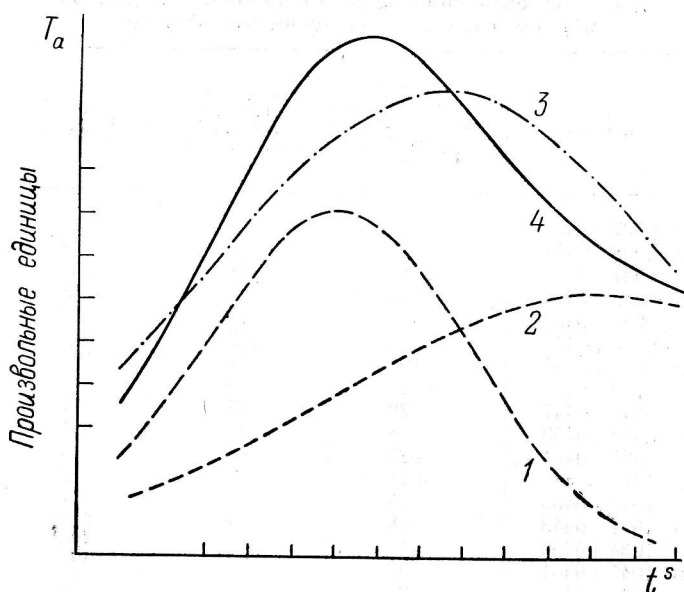


Рис. 5. Гаусс-анализ несимметричной кривой прохождения источника (4). Аппроксимация одиночным гауссом (3). Стандартное выделение двух гауссовых источников (1 и 2).

на далеких сечениях (источник уменьшается по амплитуде и размеру). В этом случае гаусс-анализ также не дает положения истинного максимума. Именно с этим фактом связан большой разброс точек на кривой рис. 1 вне пределов $\pm 10'$ от центрального склонения. Попутно заметим, что форма диаграммы направленности, по-видимому, не слишком отличается от наблюдаемой (рис. 2). Как видно из этого рисунка, разброс растет при удалении от центрального склонения.

В дальнейшем мы собираемся провести модельный эксперимент на ЭВМ для уточнения ошибок в применяемом методе обработки наблюдений.

§ 2. Наблюдения методом сечений

В декабре 1986—январе 1987 г. на Северном секторе РАТАН-600 по 30 ярким объектам была отработана методика получения склонений радиоисточников методом сечений при неподвижном облучателе и показано, что для достаточно ярких объектов можно получить точность по склонению, близкую к $3''$ — $5''$ [9]. В феврале—марте 1987 г. нами был проведен цикл наблюдений тем же методом, но в режиме обзора полосы неба по R. A. с 9^h до 13^h . Целью этого обзора было исследование точности метода сечений в режиме обзора и возможное улучшение склонений источников эксперимента «Холод» в этом интервале по прямому восхождению.

Наблюдения проводились на двух частотах (3.94 и 0.96 ГГц), на трех сечениях по склонению: на склонении радиоисточника SS 433 и ± 5 мин. дуги по склонению. К сожалению, «рассинхронизация» по времени в системе сбора данных, а также небольшое количество наблюдений не дали возможности довести точность определения склонений даже для достаточно сильных источников до $3''$ — $5''$. При обработке мы старались учесть «рассинхронизацию»

в начале каждого часа, применив программу СИМРМ, разработанную В. С. Шергиным и М. Л. Моносовым для осреднения кривых прохождения с различным моментом начала. Однако программа СИМРМ примерно в 1.5—2 раза ухудшает чувствительность. Это обстоятельство тоже не способствовало получению более точных координат радиосточников. Отметим, что при применении программы СИМРМ мы обнаружили ошибку — смещение на ~ 0.5 интервала начала записи.

ТАБЛИЦА 2

Сравнение склонений радиосточников, полученных методом сечений в эксперименте «Холод»

Имя источника	$\Delta\delta$, разность склонений (по методу сечений и в эксперименте «Холод»)	σ_δ , погрешность определения склонений (метод сечений)	Плотность потока, мЯн, на 7.6 см
RC 0907+0453	+16'3	6"	54
RC 0908+0451	-23	4	68
RC 0937+0450	-10	21	121
RC 0949+0454	-38	7	63
RC 0940+0450	-29	10	33
RC 0909+0445	-95	32	62
RC 0913+0441	+180	68	194
RC 0916+0441	-16	33	79
RC 0942+0447	+20	27	17
RC 0952+0453	+8	18	21
RC 1005+0451	-25	13	14
RC 1015+0452	+18	5	72
RC 1017+0455	+35	13	31
RC 1031+0443	+8	17	246
RC 1034+0450	+19	12	29
RC 1045+0451	-52	24	17
RC 1045+0455	+25	4	150
RC 1050+0439	-14	28	22
RC 1051+0449	+4	7	110
RC 1055+0439	+25	25	68
RC 1123+0450	-1	5	70
RC 1124+0456	-19	4	372
RC 1131+0455	-7	5	132
RC 1138+0452	-59	19	11
RC 1142+0455	+19	10	89
RC 1145+0455	-11	5	370
RC 1148+0455	+8	5	209
RC 1155+0444	-17	19	43
RC 1227+0443	+41	34	46
RC 1237+0457	+62	9	105
RC 1242+0445	+130	17	20
RC 1251+0446	-25	2	208

В табл. 2 для ряда объектов приведены разности склонений $\Delta\delta$, полученных в февральском цикле наблюдений и в эксперименте «Холод», а также погрешности σ_δ в определении склонений февральского цикла наблюдений. В последнем столбце даны плотности потоков на волне 7.6 см по данным эксперимента «Холод». Как следует из этой таблицы, существенно улучшить ошибку в определении склонений по наблюдениям февральского цикла даже для ярких источников не удастся.

Полученные в февральском цикле наблюдений плотности потоков на частоте 0.96 ГГц (табл. 1) были использованы при определении спектрального индекса объектов обзора «Холод».

§ 3. Каталоги радиосточников

В табл. 1 приведены координаты обнаруженных источников R. A. и DEC. на эпохи 1950.0 и 2000.0, а также погрешность в определении этих координат. В столбцах 6 и 7 даны плотности потоков источников, мЯн, а также максималь-

ТАБЛИЦА 3

Принятые значения плотностей потоков опорных объектов

Имя	P, мЯн		Δh	Имя по Техас-скому каталогу
	$\lambda = 7.6$ см	$\lambda = 31$ см		
RC 1031+0443	250	1200	-8.35	1028+049
RC 1051+0449	135	420	-1.45	1048+050
RC 1124+0456	330	1750	4.77	1122+052
RC 1131+0455	240	640	5.1	1129+052
RC 1142+0455	89	320	4.01	1139+051
RC 1148+0455	190	950	4.75	1146+052
RC 1150+0459	140	500	8.4	1148+052
RC 1251+0446	193	950	-4.3	1248+050

ные ошибки, * %, для волн 7.6 см (эксперимент «Холод») и 31.0 см (февральский цикл наблюдений) соответственно. Плотность потока на волне 31.0 см определена по наблюдениям, проведенным в феврале—марте 1987 г. методом сечений

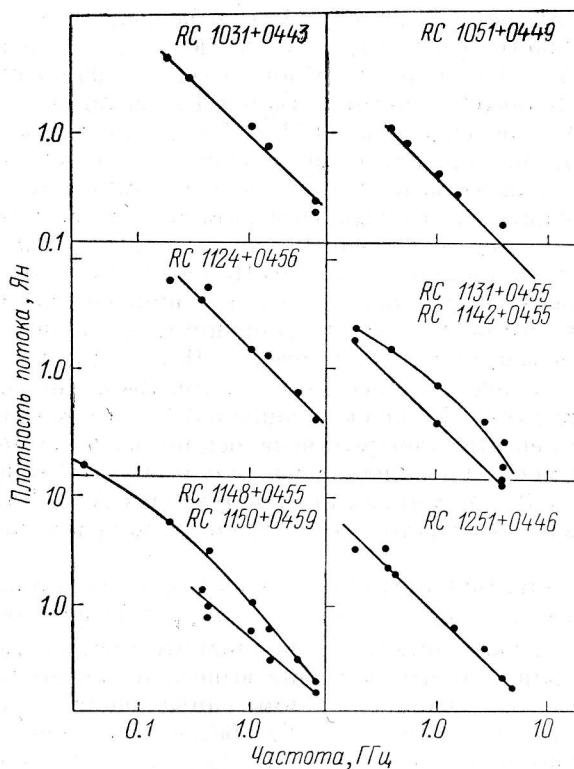


Рис. 6. Спектры опорных радиоисточников.

в режиме неподвижного фокуса (на Северном секторе РАТАН-600). Для привязки плотностей потоков к международной шкале были использованы 8 источников из настоящей области обзора с исследованными ранее спектрами (рис. 6) (наименования источников приведены по нашему каталогу). Принятые значения плотностей потоков на волнах 7.6 и 31.0 см для этих объектов приведены

* Максимальная погрешность на волне 7.6 см определялась по формуле $\frac{T'_A - T''_A}{T'_A + T''_A} \cdot 100\%$, где $T'_A - T''_A$ — антенная температура источника в двух независимых группах наблюдений.

в табл. 3. При вычислении ожидаемой плотности потока от этих источников была учтена поправка за расстояние объектов от центрального склонения Δh (учет вертикальной диаграммы). Величина Δh для каждого объекта приведена в табл. 3. По всем этим объектам были подсчитаны коэффициенты $\kappa = P_{\text{набл}}/P_{\text{ожд}}$. Полученное среднее значение κ составляет 2.56 ± 3 и 3.47 ± 5 для волн 7.6 и 31.0 см соответственно. Эти значения были введены в ЭВМ. Поправка за размеры источников не вносилась.

Для тех источников основного каталога (табл. 1), плотности потоков которых известны на двух и более частотах, были определены спектральные индексы α (столбец 8 табл. 1) ($P \sim \nu^{-\alpha}$). При построении спектров и расчете спектральных индексов в основном были использованы наши данные на двух частотах (3.94 и 0.96 ГГц), данные Техасского обзора (365 МГц) [6], данные, полученные А. В. Темировой на 100-м телескопе (Бонн) на частотах 5 ГГц и в некоторых случаях на 10.07 ГГц, данные Зеленчукского обзора ГАИШ на частоте 3.9 ГГц [10].

§ 4. Точность определения координат. Сравнение с другими каталогами

Исследованный в цикле «Холод» участок неба попадает в зону трех больших обзоров: Т — техасского обзора [6] на $\nu=365$ МГц, Z — Зеленчукского обзора ГАИШ [10] на $\nu=3950$ МГц и MG — обзора МИТ — Грин Бэнк [11] на частоте 5000 МГц. Из них наиболее точным является Техасский обзор, который имеет точность по прямому восхождению ~ 0.2 и $1''-2''$ по склонению. Поэтому источники этого обзора могут быть использованы для оценки возможных систематических ошибок нашего каталога, а также точности измерения координат. Полное число источников в обсуждаемом каталоге, отождествленных с источниками Техасского обзора, равно 47. Разности координат $\Delta\alpha = \alpha(\text{T}) - \alpha(\text{RC})$ и $\Delta\delta = \delta(\text{T}) - \delta(\text{RC})$ приведены в табл. 4. По ним и было выполнено сравнение каталогов. При сопоставлении координат источников следует иметь в виду, что в Техасском обзоре возможна ошибка координат, связанная с ошибкой в номере лепестка интерференционной картины. Источники, для которых такая ошибка возможна, указаны в Техасском каталоге. Величина возможной ошибки на нашем склонении равна $52''$ по склонению и 3.45 с по прямому восхождению. Наличие ошибки в лепесток контролировалось по разности координат Техас — РАТАН. При этом использовались также результаты наблюдений ряда источников на Боннском 100-м радиотелескопе, полученные А. В. Темировой в 1986 г. [12]. Всего поправки за лепесток были учтены в координатах четырех источников (табл. 5).

Поскольку координатная точность в нашем каталоге зависит от величины выноса по склонению, т. е. $\Delta\text{DEC} = \Delta h = h_{\text{ист}} - h_{\text{двиг}}$, то все источники были разбиты на три группы в соответствии с величиной этого выноса. В первую группу вошли источники, для которых значение выноса не превышало 5 мин. дуги, т. е. полуширины вертикальной диаграммы направленности телескопа. Вторая группа — источники с $5' < |\Delta h| \leq 10'$. Третья — источники с $|\Delta h| > 10'$. Результаты сравнения приведены в табл. 6. Здесь $\Delta\alpha$ и $\Delta\delta$ — средние разности координат источников в двух каталогах, а $\Delta\alpha_{\text{ср. кв}}$ и $\Delta\delta_{\text{ср. кв}}$ — их дисперсии. Наибольшая систематическая разность координат как по прямому восхождению, так и по склонению не превышает среднеквадратического отклонения и не может считаться статистически значимой. Однако поскольку $\Delta\alpha$ и $\Delta\delta$ растут с увеличением выноса, эти разности, вероятно, связаны с абберационной поправкой момента кульминации (рис. 1, б), и, улучшив принятую модель этой поправки, можно избавиться от систематической ошибки.

Из таблицы видно, что потенциальная точность определения координат в цикле «Холод» в пределах полуширины диаграммы направленности равна 0.18 по прямому восхождению и $10''$ по склонению, причем, как видно из табл. 7, эта точность достигается лишь для источников с потоками более 60 мЯн. Для источников слабее 60 мЯн точность измерения координат, как видно из табл. 7, резко падает.

Разность координат источников в каталогах (Т—РС)

Имя РС	Имя Т	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$
$\Delta h \leq 5'$			
0908+0451	0905+050	+ ^s 05	-4''
0937+0450	0934+050	+ .11	-20''
0945+0454	0942+051	+2.12	-34''
0949+0454	0947+051	-.20	-8''
1015+0452	1012+051	+ .13	+13''
1017+0455	1014+051	-.24	+3''
1034+0450	1031+050	-.60	+15''
1045+0455	1043+051	-.10	+3''
1051+0449	1048+050	-.19	-6''
1131+0455	1129+052	+ .05	+7''
1142+0455	1139+052	-.15	-8''
1145+0455	1142+052	-.06	+1''
1148+0455	1146+052	-.28	-17''
1152+0449	1149+050	-.94	-48''
1219+0446*	1217+050	+1.25	+51''
1246+0448	1244+050	-.01	-16''
1251+0446	1248+050	0	-4''
1252+0448	1250+050	-.08	-3''
1255+0453	1253+051	-.04	-4''
$5' < \Delta h < 10'$			
0909+0445	0907+049	-.94	-44''
0942+0447**	0940+050	+2.75	-2'35''
1019+0444**	1017+049	+3.38	-1'06''
1042+0443*	1039+049	-.08	-16''
1043+0443**	1041+049	+1.00	-2'45''
1053+0456	1051+052	+ .74	+14''
1055+0459*	1052+052	+1.30	+49''
1057+0456B*	1055+051	+ .52	-25''
1100+0444	1057+050	0	-37''
1102+0459	1100+052	-1.08	-33''
1124+0456	1122+052	+ .53	+18''
1150+0459	1147+052	-.75	+22''
1155+0444	1152+050	-1.27	-52''
1213+0500	1210+052	-1.98	-27''
1237+0457	1234+052	-2.31	+16''
1257+0458	1255+052	-.82	-14''
$ \Delta h > 10'$			
0907+0439	0904+048	+ .7	-3'24''
0914+0507	0911+059	-.53	-42''
0933+0506	0931+059	-1.11	-2'58''
0934+0505	0931+052	-2.64	-1'33''
0936+0504	0933+052	-1.25	-1'07''
0947+0508	0945+053	-1.76	-3'57''
0950+0504**	0948+053	-1.46	+7'15''
1049+0506	1046+053	-2.4	-50''
1113+0436	1111+049	+2.22	+1'23''
1152+0503	1150+052	-3.84	-2'08''
1235+0435	1233+048	+3.67	-2'37''

* В соответствии с табл. 1 учтена ошибка в выборе лепестка.

** Разности координат превышают 3σ ; при оценке среднестатистических погрешностей эти значения не учитывались из-за возможных ошибок отождествления.

За пределами полуширины диаграммы направленности точность определения прямых восхождений ухудшается в 4—5 раз, так как в 2 раза ухудшается отношение сигнал—шум и примерно во столько же расширяется диаграмма, а следовательно, увеличивается погрешность определения момента кульминации. Кроме того, как уже отмечалось выше, определенную роль играют и модельные ошибки. Примерно так же изменяется и точность определения склонений.

ТАБЛИЦА 5

Источники, для которых вводилась поправка в координаты из-за ошибки в номере лепестка N

Имя источника	N_α	N_δ
RC 1219+0446	+1	+1
RC 1042+0443	+1	-1
RC 1055+0459	-	-1
RC 1057+0456B	-1	+1

И наконец, при выносах $|\Delta h| > 10'$ погрешности модели преобладают в ошибках определения координат.

Поскольку измеряемые координаты нелинейным образом зависят от целого ряда параметров, то, как всегда в таких случаях, определенные трудности возникают при оценке индивидуальных погрешностей

координат источников. Чтобы оценить достоверность табличных значений погрешностей $\Delta\alpha_{\text{табл}}$ и $\Delta\delta_{\text{табл}}$, рассмотрим относительные ошибки

$$\xi_{R.A.} = \Delta\alpha (T - RC) / \Delta\alpha_{\text{табл}} (RC),$$

$$\xi_{DEC} = \Delta\delta (T - RC) / \Delta\delta_{\text{табл}} (RC)$$

для каждой из трех указанных выше групп источников (табл. 8). Из табл. 8 видно, что разности координат, как правило, не превышают $3\Delta_{\text{табл}}$.

ТАБЛИЦА 6

Систематические ошибки каталога и среднестатистические погрешности координат

Тип выборки	T - RC				Z - RC			
	$\Delta\alpha$	$\Delta\alpha_{\text{ср. кв}}$	$\Delta\delta$	$\Delta\delta_{\text{ср. кв}}$	$\Delta\alpha$	$\Delta\alpha_{\text{ср. кв}}$	$\Delta\delta$	$\Delta\delta_{\text{ср. кв}}$
Источники с $ \Delta h \leq 5'$	-0.10	0.18	-3"	10"	-0.29	0.67	-0.77	±5.0*
Источники с $5 < \Delta h < 10'$	-0.44	1.08	-13	29	-0.74	1.14	-0.52	6.25
Источники с $ \Delta h > 10'$	-0.97	1.81	-107	94	-3.35	3.81	-3.35	10.7
Все источники	-0.66	2.36	-24	190	-1.08	3.05	-0.45	8.20

Продолжение

Тип выборки	MG - RC			
	$\Delta\alpha$	$\Delta\alpha_{\text{ср. кв}}$	$\Delta\delta$	$\Delta\delta_{\text{ср. кв}}$
Источники с $ \Delta h \leq 5'$	1.59	3.55	24.8	34.1
Источники с $5 < \Delta h < 10'$	-0.13	1.62	-1.02	18.4
Источники с $ \Delta h > 10'$	0.023	2.51	1.5	35.4
Все источники				

* Параметры посчитаны по источникам Техасского обзора. Если исключить 4 значения $\Delta\delta > 8'$, то $\Delta\delta = -0.99 \pm 2.90$, $\Delta\delta > 8'$ — вероятно, ошибки отождествления меридиан—азимут.

Аналогичное сравнение было выполнено для источников Зеленчукского каталога ГАИШ (Z) и каталога МИТ — Грин Бэнк (MG). Из табл. 6 видно, что Зеленчукский каталог, как и следовало ожидать, значительно уступает по координатной точности каталогам цикла «Холод», поскольку в каталоге ГАИШ осуществлено меньшее время накопления и минимальный обнаружимый поток

ТАБЛИЦА 7

Погрешность координат в зависимости от отношения сигнал—шум

Источники в полосе $\pm 5'$	$\overline{\Delta\alpha}$	$\Delta\alpha_{\text{ср. кв}}$	$\overline{\Delta\delta}$	$\Delta\delta_{\text{ср. кв}}$
$S_{3950} \geq 60$ мЯн	-0.06	0.145	-3.83	10.10
$S_{3950} < 60$ мЯн	-0.16	1.25	8.75	49

ТАБЛИЦА 8

Оценка достоверности табличных ошибок

Тип выборки	Техас — RC		Z — RC	
	$\xi_{\text{R.A.}}$	ξ_{D}	$\xi_{\text{R.A.}}$	ξ_{D}
Источники с $ \Delta h \leq 5'$	1.42	1.42	4.6	17.8
$5' < \Delta h < 10'$	4.32	1.99	3.3	10
	2.34	1.47*		
$ \Delta h > 10'$	2.55	2.47	3.91	5.5

* Исключены предельные значения $\Delta\alpha/\Delta\alpha_{\text{табл}} \geq 9$.

составляет 20 мЯн, т. е. в 4 раза выше, чем в цикле «Холод». Кроме того, Зеленчукский каталог был получен на Южном секторе с перископом, диаграмма направленности которого на 25 % шире по прямому восхождению и в 4 раза — по склонению, что в сочетании с более низким отношением сигнал—шум дает ухудшение координатной точности по прямому восхождению в 5 раз и по склонению почти в 16 раз (табл. 7).

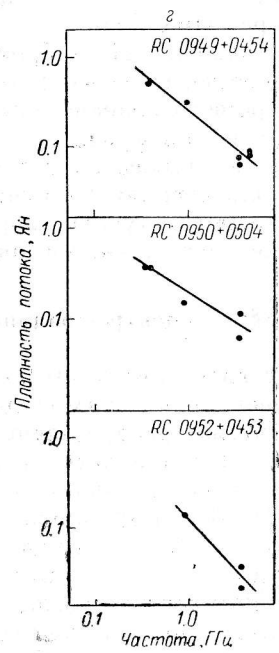
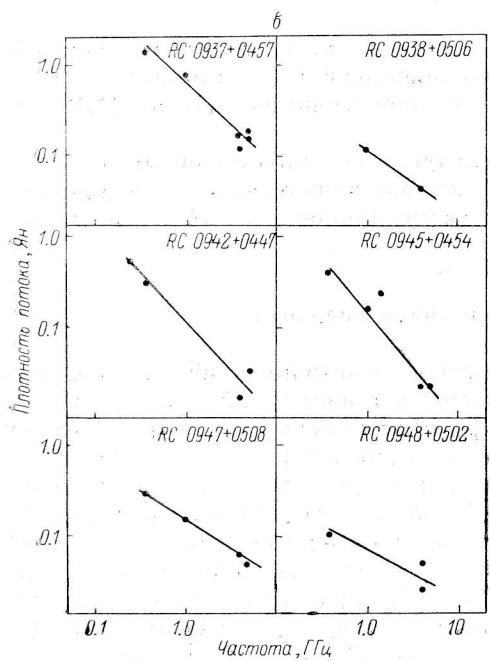
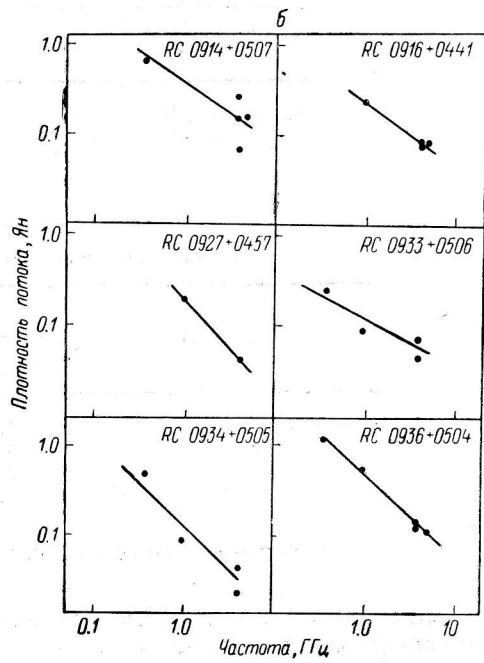
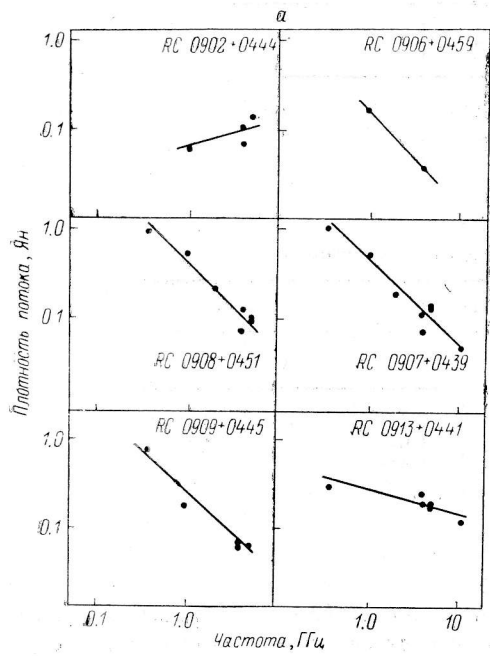
Сравнение с каталогом МИТ — Грин Бэнк показывает разумную разность координат по склонению, но неожиданно большие ошибки по прямому восхождению (1.6—3.6). Кроме того, значительное число источников в каталоге МИТ — Грин Бэнк просто не обнаружено.

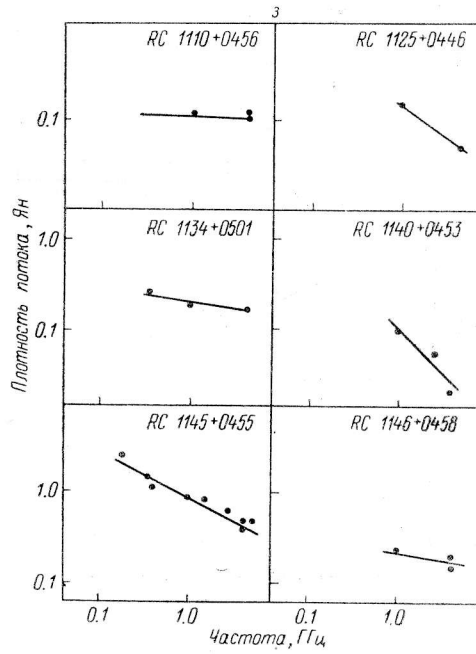
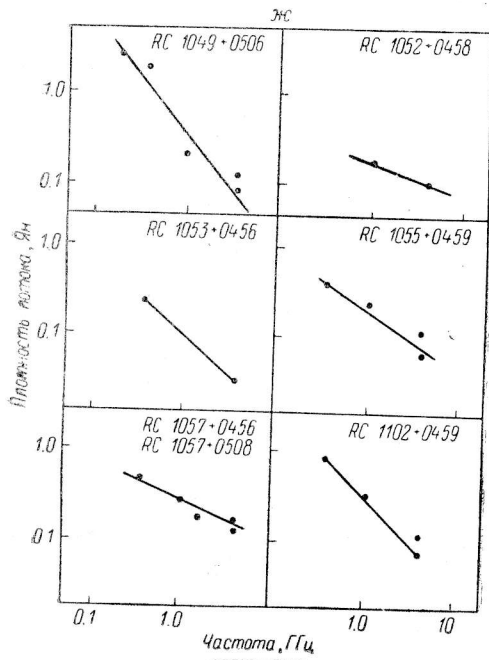
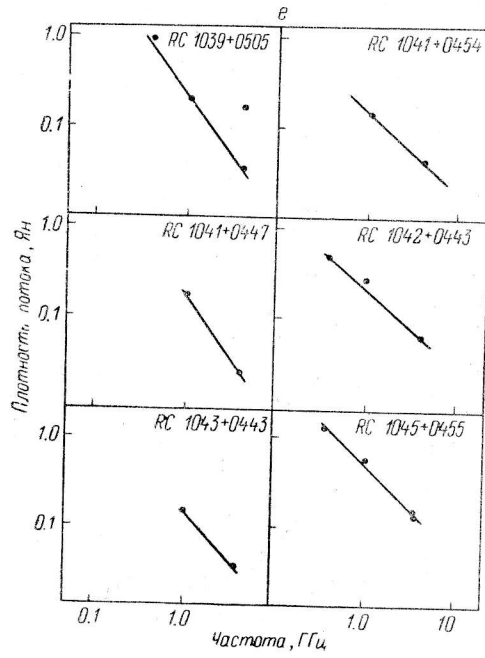
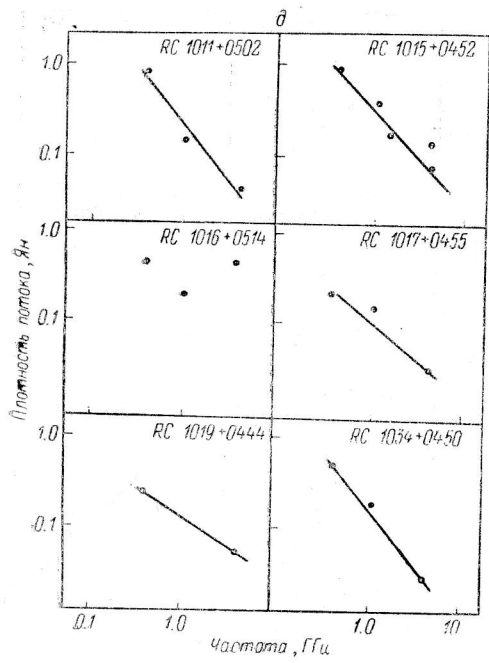
Таким образом, из вышесказанного следует, что проведение обзоров на РАТАН-600 с использованием Северного сектора (наблюдения в меридиане) и азимуте 30° позволяет получить координатную точность $3'' \times 10''$ для источников с отношением сигнал—шум около 10.

§ 5. Спектры радиоисточников каталога

На рис. 7 представлены спектры 60 источников каталога (табл. 1). Средний спектральный индекс α для этих 60 объектов составляет $0.85 \pm .3$. На рис. 8 приведена гистограмма распределения радиоисточников по спектральным индексам. Из этого рисунка четко видны два максимума на $\alpha = 0.9 \pm 0.15$ и $\alpha = 0.38 \pm 0.15$. Статистика источников с плоскими спектрами ($\alpha < 0.5$) близка к общепринятой [13—15] и составляет 35 % для источников с плотностью потока $P > 100$ мЯн и 20 % для источников с плотностью потока $50 < P < 100$ мЯн. Источников с очень крутыми спектрами ($\alpha > 1.1$) около 15 %. Для источников с плотностями потока < 50 мЯн спектральный индекс определить не удастся, так как эти источники отсутствуют в Техасском обзоре, чувствительность которого ~ 150 мЯн. Из источников, которые не видны в Техасском обзоре, более 15—20 % заведомо имеют плоские спектры. Из источников Техасского обзора, невидимых у нас, более 60 % имеют крутые ($\alpha > 0.5$) спектры.

Среди приведенных в настоящем каталоге радиоисточников 13 уже имеют оптические отождествления [16], среди них 4 радиогалактики (31 %) и остальные квазары. Радиогалактики имеют крутые спектры с $\alpha = 0.93 \pm .13$, в то время как 9 квазаров имеют спектральные индексы от 0.03 до 1.12.





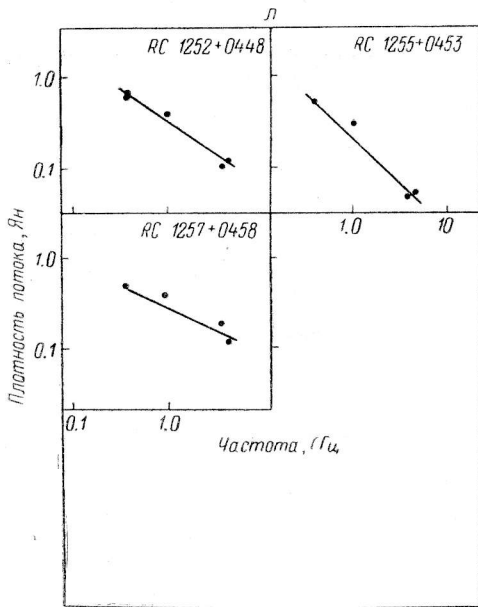
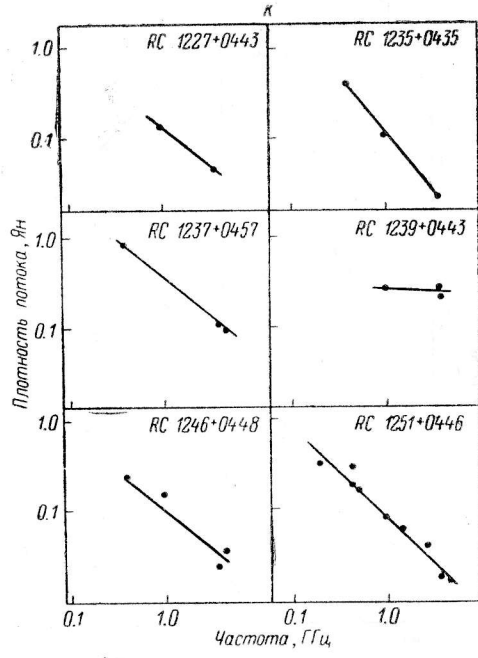
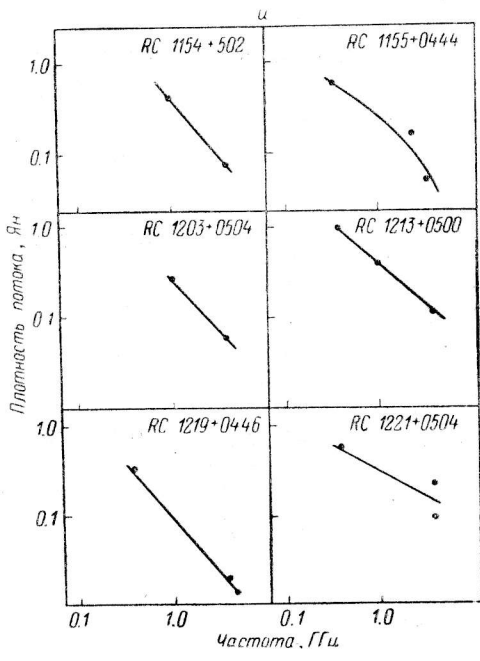


Рис. 7. Спектры наблюдавшихся радиосточников.

§ 6. Поиски следов скучивания радионисточников на 5-часовом интервале по прямому восхождению полосы эксперимента «Холод»

В работе [5] была сделана попытка обнаружить следы скучивания радионисточников в полосе неба эксперимента «Холод» для 2 ч по прямому восхождению. Из наблюдений следовало, хотя и слабо, указание на скучивание радионисточников на масштабах $\sim 1^\circ$ при среднем расстоянии между сгущениями $4-5^\circ$. В настоящей работе была продолжена попытка обнаружить следы скучивания радионисточников в той же полосе эксперимента «Холод», но для других участков прямых восхождений (рассмотрено распределение источников в интервале прямых восхождений длиной 5 ч от 9^h до 14^h). Эта полоска неба была разделена на ряд равных интервалов длиной от 1 до 4 мин и определено число источников в каждом интервале. Общее число радионисточников в рассмотренной полоске неба составляет 251, число интервалов данной длины в 5-часовой зоне $N=300, 150, 100, 75$ для интервалов 1, 2, 3 и 4 мин соответственно. Далее были построены гистограммы наблюдаемых распределений числа интервалов A в зависимости от числа источников K в интервале (рис. 9) (для всех четырех интервалов).

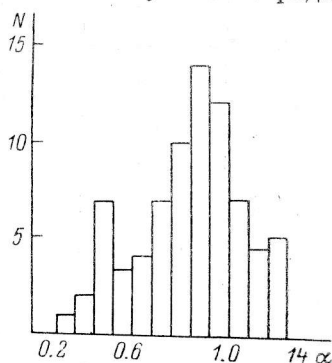


Рис. 8. Распределение спектральных индексов.

В случае если распределение источников по небу случайное, изображенные на рис. 9 распределения должны соответствовать закону Пуассона [17, 18].

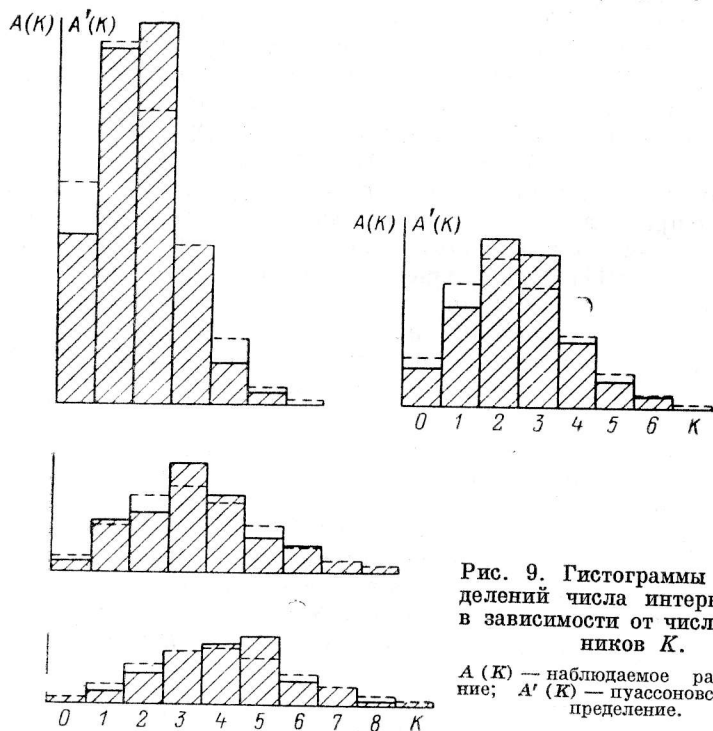


Рис. 9. Гистограммы распределений числа интервалов A в зависимости от числа источников K .

$A(K)$ — наблюдаемое распределение; $A'(K)$ — пуассоновское распределение.

Экспериментальные распределения $A(K)$ для каждого из четырех интервалов сравнивались с ожидаемыми пуассоновскими распределениями источников в интервале 5 ч по прямому восхождению $A'(K) = f(K)N$, где $f(K) = (\bar{a}^K e^{-\bar{a}}) / K!$ — вероятности распределения Пуассона, $\bar{a} = \sum_{i=0}^n K_i A_i(K_i) / N$ — среднее число

ТАБЛИЦА 9

Гистограммы распределения радиоисточников

Число источников в заданном интервале	$N \approx 300$ (интервал R. A. 1м)		$N \approx 150$ (инт. 2м)		$N \approx 100$ (инт. 3м)		$N \approx 75$ (инт. 4м)	
	Число интервалов R. A. с K источниками	Значения, вычисленные по распределению Пуассона	$A(K)$	$A'(K)$	$A(K)$	$A'(K)$	$A(K)$	$A'(K)$
K	$A(K)$	$A'(K)$						
0	44	58.1	10	13.44	2	3.6	1	1.23
1	93	94.6	26	32.25	13	11.96	3	5.05
2	102	77.01	44	38.68	15	19.71	8	10.34
3	42	41.8	40	30.92	28	21.66	14	14.11
4	11	17.02	17	18.54	20	17.84	16	14.44
5	3	5.54	7	8.9	9	11.76	18	11.83
6		(1.5)	3	3.6	7	6.46	6	8.07
7					3	3.04	5	4.72
8					1	1.25	1	2.42
9						(.46)	1	1.1
	$\bar{a}=1.63$ $\chi^2=14.845$ $p=0.011$ $r=5$		$\bar{a}=2.399$ $\chi^2=6.13$ $p=0.409$ $r=6$		$\bar{a}=3.296$ $\chi^2=4.83$ $p=0.77$ $r=8$		$\bar{a}=4.095$ $\chi^2=6.18$ $p=0.66$ $r=9$	

источников, наблюдаемых в интервале, n — количество сравниваемых групп источников. В табл. 9 приведены значения $A(K)$, $A'(K)$ и A для различных интервалов по R. A. Полученное таким образом распределение Пуассона для четырех различных интервалов показано на рис. 9 штриховой линией.

Критерием согласия с наблюдаемого распределения с законом Пуассона является χ^2 -тест [17, 18]. Оцененные величины χ^2 и p (вероятность, с которой можно ожидать значения, меньшего, чем наблюдаемое) приведены в табл. 9 для рассмотренных интервалов (от 1 до 4 мин). Как следует из рис. 9 и табл. 9, только для интервала 1 мин обнаружено уверенное отклонение от закона Пуассона ($\chi^2=14.8$ для числа степеней свободы $r=n-\tau=5$, где τ — число линейных условий, которые предполагаются выполненными для наблюдаемого распределения при вычислении теоретического распределения, в нашем случае $\tau=1$, что соответствует $p=0.011$). Наибольшее отклонение от закона Пуассона получается при двух источниках на 1-минутном интервале. Возможно, значительная часть этого связана с тем, что некоторые из объектов не независимые, а физически-двойные с расстоянием между компонентами менее 7 мин. дуги. В дальнейшем целесообразно применить специальные тесты для поиска физически-двойных источников.

В других случаях (на других интервалах χ^2 -тест не дает указаний на скупивание) вероятностный подход, однако, не говорит о том, что в действительности не может быть ряда участков неба с неслучайно близким расположением радиообъектов. Мы надеемся, что более чувствительным тестом на скупивание будет корреляция распределения радиоисточников и оптически-видимых галактик, как это было в [5]. Для дальнейших исследований корреляции между радио и оптическими объектами методом скользящего среднего были получены сглаженные распределения радиоисточников в исследованной полоске неба.

§ 7. Основные выводы

В результате автоматизации последнего этапа обработки данных обзора «Холод», а также уточнения некоторых экспериментальных характеристик радиотелескопа получены координаты и плотности потоков на волне 7.6 см для ~ 250 радиообъектов этого обзора в интервале $4^h, 9^h-12^h$ по прямому восхождению. Предельная плотность потока каталога составляет 5 мЯн. Коорди-

натная точность для достаточно сильных объектов каталога в центральной полосе обзора приближается к координатной точности Техасского обзора на частоте 365 МГц и во много раз превосходит точность каталогов Z и MG.

С использованием плотностей потоков на 31.0 см, полученных в дополнительном цикле наблюдений (1987 г.), а также данных других авторов построены спектры для 60 источников каталога. Средний спектральный индекс составляет 0.85 ± 0.3 . Статистика источников с плоскими и крутыми спектрами совпадает с общепринятой.

Сделана попытка обнаружить скучивание радиисточников на интервале по прямому восхождению с 9 до 13 ч включительно. Наибольшее отклонение от случайного пуассоновского распределения источников наблюдается только на 1-минутном интервале по Р. А. Возможно, что значительная часть этого эффекта связана с тем, что некоторые из объектов являются физически-двойными с расстоянием между компонентами менее 7 мин. дуги.

В заключение авторы выражают свою признательность всем сотрудникам САО, способствовавшим обработке материалов эксперимента «Холод». Большую работу при обработке данных 11 часа выполнила Г. В. Ефанова, оформление всех таблиц и размножение рисунков сделано Н. Е. Гольневой. Авторы выражают им большую благодарность. Авторы благодарят В. Н. Львова (сотрудника ИТА), расчетами которого они пользовались при привязке данных эксперимента, а также Ю. Н. Парийского за постоянный интерес к работе.

Литература

1. Эксперимент «Холод». Первый глубокий обзор неба на телескопе РАТАН-600 / А. Б. Берлин, Л. Г. Гассанов, В. Я. Гольнев и др. // Сообщ. САО. 1984. 41. С. 1—85.
2. Эксперимент «Холод». Первый глубокий обзор неба на телескопе РАТАН-600 / А. Б. Берлин, Л. Г. Гассанов, В. Я. Гольнев и др. // Сообщ. САО. 1984. 42. С. 1—74.
3. Парийский Ю. Н., Корольков Д. В. *Astrophysics and Space Reviews Soviet Scientific Reviews Section E. V. 5* / Ed. Syunjaev R. A. London: Harwood Academic Publishers, 1986.
4. Радиисточники глубокого обзора неба на РАТАН-600. Комплексные исследования объектов с прямыми восхождениями $13^h < \alpha < 14^h$ в Эффельсберге, Тонандингта и на РАТАН-600 / Р. Вилебинский, Ю. Н. Парийский, В. В. Витковский и др. // Письма в Астрон. журн. 1985. 11. № 6. С. 403.
5. Радиисточники глубокого обзора неба эксперимента «Холод» в интервале прямых восхождений $16^h < \alpha < 17^h$, $4^h < \alpha < 5^h$, $0^h < \alpha < 1^h$ / Ю. Н. Парийский, Н. Н. Бурсов, Р. Вилебинский и др. // Письма в Астрон. журн. 1987. 13. № 10. С. 835.
6. Дуглас Дж. Каталоги источников на частоте 365 МГц в полосе $5^\circ \pm 3^\circ$: Частное сообщение.
7. Витковский В. В. Прямое восхождение 1000 слабых объектов в полосе глубокого обзора неба на волне 7.6 см с помощью РАТАН-600: результаты машинного анализа с помощью ИВК-2 // XV Всесоюзная конференция по галактич. и внегалактич. радиоастрономии, 11—13 окт. 1983 г.: Тез. докл. Харьков, 1983.
8. Иванов Л. Н. Алгоритм оптимального автоматического гауссанализа наблюдательных данных // Астрофиз. исслед. (Изв. САО). 1979. 11. С. 213—219.
9. Применение метода сечений по склонению для определения параметров радиисточников в режиме неподвижного фокуса РАТАН-600 / Н. Н. Бурсов, О. В. Верходанов, Б. Л. Ерухимов и др. // Астрофиз. исслед. (Изв. САО). 1988. 26 (в печати).
10. Зеленчукский обзор неба на частоте 3.9 ГГц в диапазоне склонений 0° — 9° / В. Р. Амирханян, А. Г. Горшков, А. А. Капусткин и др. // Сообщ. САО. 1985. 47. С. 5—85.
11. The Mit-Green Bank (MG) 5 GHz survey / C. L. Bennet, C. R. Lawrence, V. F. Burke et al. / *Ap. J. Suppl. Ser.* 1986. 61. P. 1—104.
12. Спектры 300 источников каталога Дугласа / Р. Вилебинский, Кляйн У., Ю. Н. Парийский и др. // Галактическая и внегалактическая радиоастрон.: Тез. докл. XIX Всесоюз. радиоастрон. конф., 12—14 окт. 1987 г. Таллинн, 1987. С. 5.
13. Kellerman K. I., Pauliny-Toth I. I. K. Compact radio sources *An. Rev. Astr. Astrophys.* 1981. 19. P. 373.
14. Peacock J. A., Wall J. V. Bright extragalactic radio source at 2.7 GHz // *Mon. Not. R. astr. Soc.* 1981. 194. P. 331.
15. Wall J. V., Pearson T. J., Longair M. S. Models of radio source evolution. II: The 2700 MHz source count // *Mon. Not. R. astr. Soc.* 1981. 196. P. 597—610.
16. Veron-Getty M. P., Veron P. A catalogue of extragalactic radio source identifications // *Astronomy and Astrophys. Suppl. Ser.* 1963. 53. P. 113—195.
17. Романовский В. И. Применение математической статистики в опытно-дел. М.: ОГИЗ, 1947.
18. Брандт З. Статистические методы анализа наблюдений. М.: Мир, 1975. С. 159—192.

Поступила в редакцию 10 марта 1988 г.