

ПОИСК РАДИОИСТОЧНИКОВ В РАЙОНЕ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ ТУМАННОСТИ NGC 2068

*Г. М. Афанасьев, А. Б. Берлин, В. В. Витковский, В. Я. Гольнев,
М. Л. Моносов, Т. Б. Пятунина, Г. М. Тимофеева*

На волнах 31, 7.6 и 3.9 см с помощью северного сектора РАТАН-600 выполнено сечение ассоциации Орион R1/R2 через отражательную туманность NGC 2068. Эффективная полоса сечения — около 10 мин. дуги, протяженность — 45^m или $11^\circ 2'$. На волне 7.6 см обнаружено 47 источников. Один из обнаруженных источников, возможно, является компактной областью НII с частотой перегиба в районе 4.0 ГГц. Радиоизлучение в окрестности NGC 2068 может быть разбито на 4 компоненты: радиоизлучение ядра диаметром 2 мин. дуги и потоком 100 мЯн, двух точечных деталей с потоками 15 мЯн и радиоизлучение диффузной оболочки с потоком ~ 50 мЯн. Таким образом, интегральный поток радиоизлучения составляет ~ 180 мЯн, в то время как ярчайшая из звезд, окружающих туманность ИК-скопления, может обеспечить поток не более 25 мЯн. Следовательно, наблюдаемое радиоизлучение свидетельствует о том, что наиболее массивные звезды ИК-скопления недоступны наблюдениям в ближнем ИК-диапазоне. Оценивается также яркостная температура фонового излучения Галактики и участка Петли Барнарда в исследованной области. Показано, что как излучение Петли Барнарда, так и фоновое излучение Галактики в данной области являются тепловыми. Структурная функция флуктуаций яркости фонового излучения свидетельствует о существовании межзвездной турбулентности с внешним масштабом ~ 60 пк и потоком турбулентной энергии $\sim 10^{-3}$ см²/с³.

A scan of Orion R1/R2 association near the reflection nebula NGC 2068 has been obtained with the northern sector of the RATAN-600 radio telescope at 31, 7.6 and 3.9 cm wavelengths. The effective width of the scan was about 10 min of arc, the duration was 45 min or 11.2 degrees. 47 radio sources have been found in this region at 7.6 cm wavelength. Probably one of the sources is a compact NII region optically thick at frequencies below 4.0 GHz. A radio emission from NGC 2068 and its environment consists of four components: a core with a flux density of 100 mJy and a diameter of 2 min of arc, two point sources with flux densities of 15 mJy and a diffuse envelope with a flux of ~ 50 mJy. So, the overall flux of radio emission from the NGC 2068 achieves ~ 180 mJy, whereas the brightest of the previously known stars of the IR-cluster embedded in the NGC 2068 can provide a radio flux of ≤ 25 mJy. Thus, the observed radio emission from this source indicates that the most massive stars of the cluster are invisible even in the near IR.

The brightness temperature of a background galactic radio emission and of a part of Barnard Loop observed in the studied region has been estimated too. It is shown that both Barnard Loop and the galactic background emission are thermal in this region. The structural function of the brightness fluctuations of the background radio emission confirms the existence of interstellar turbulence with an outer scale of ~ 60 pc and a flux of turbulent energy of $\sim 10^{-3}$ cm²/s³.

Начиная с 1981 г. на РАТАН-600 проводится поиск радиоисточников в областях, где образуются звезды умеренной массы ($10 \div 20$) M_\odot . Конечной целью этого исследования является построение начальной функции масс звезд. Однако доступный наблюдениям в радиодиапазоне интервал масс невелик, а статистика бедна. Избежать этого можно, только связав радиоданные о наиболее массивных звездах с оптическими и ИК-данными о звездах малой массы. Сопоставление начальной функции масс по оптическим и радиоданным в ассоциациях СМa R1 и Моп R2 [1] показало, что большая часть даже маломассивных звезд, принадлежащих к ассоциациям, скрыта пылью и недоступна наблюдениям в оптике. Фотометрия молодых звездных скоплений в ближнем ИК-диапазоне в последние годы активно развивается. Для некоторых скоплений по ее данным получены оценки начальной функции масс [2, 3]. Одно из этих скоплений, связанное с отражательной туманностью NGC 2068, исследуется в настоящей работе. Это скопление выбрано нами, поскольку оно достаточно компактно по размеру,

6—8 мин. дуги, и может быть исследовано на РАТАН-600 за одно прохождение.

Отражательная туманность NGC 2068 принадлежит к ассоциации отражательных туманностей Орион R1/R2 и погружена в темное облако L 1630. Расстояние до туманности 500 пк [4]. С туманностью связано, как уже упоминалось ранее, компактное ИК-скопление, ярчайшим членом которого является тройная звезда HD 38563. Возраст наиболее яркой звезды в этой тройке, HD 38563N, по оценке Строма и др. [5], равен 10^5 лет. Около 30 % звезд скопления находится на стадии, предшествующей главной последовательности [3]. В окрестностях туманности NGC 2068 наблюдается значительное число звезд с эмиссионными особенностями [6]. Все это свидетельствует о том, что процесс звездообразования в окрестностях NGC 2068 еще не завершен. В 1980 г. Гилмор [7], исследуя темные облака, находящиеся в стадии активного звездообразования, выполнил обзор области вокруг NGC 2068 с помощью 3-элементного радиointерферометра НРАО на частотах 2695 и 8085 МГц, а также с помощью пара-

ТАБЛИЦА 1

№	$\alpha_{1950.0}$	$\theta'_{0.5}$	S_{260}	S_{2695} , мЯн	S_{7690}
1	05 ^h 28 ^m 58 ^s	5.7		65±20	
2	29 33	3.2		20±10	
3	30 06	2.5		25±10	
4	31 43	4.9		35±20	
5	33 05	5.4		80±20	
6	34 02.8	1.8		27±7	
7	35 02.4	2.2		26±9	
8	35 19.6	2.4		28±9	
9	35 34.8	2.0		110±16	(55±20)
10	36 00.9	1.5		32±6	
11	36 10.2	1.4		19±6	
12	36 47	7.2		65±30	
13	37 28.1	3.4		50±14	
14	39 42.5	1.9		36±8	
15	39 58.3	1.5		27±6	
16	41 22.2	2.4		84±10	≤35
17	43 03	3.2		20±10	
18	43 29.7	3.0		30±15	
19	44 11.2	2.0		102±9	90±30 NGC 2068
20	44 35.6	1.2		15±5	
21	44 49.2	1.2		15±5	
22	45 00	5.4		50±20	
23	45 20	1.9		25±8	
24	45 37	3.0		40±12	
25	46 28	1.4		52±6	85±17
26	46 54.4	3.0		64±12	
27	47 44	5.7		95±25	
28	48 31.7	1.2		10±5	
29	48 56	8.4		150±35	
30	49 25	2.0		25±8	
31	52 07.6	2.7	590±30	67±11	
32	53 03	4.6		40±19	
33	55 38.4	1.2		25±5	
34	57 26.2	5.7		260±24	
35	57 47.3	1.6		43±6	
36	58 06.6	1.4		81±6	120±40
37	58 31	4.1		55±16	
38	59 29	7.8		70±30	
39	06 00 08.3	2.7	120	103±12	OH+001 (?)
40	02 24.4	1.7		38±7	
41	02 53	2.2		25±8	
42	03 55	5.2		45±20	
43	04 33	3.9		25±15	
44	05 16	1.4		20±6	
45	06 26.2	1.3		21±6	
46	09 08.2	1.1		26±5	
47	11 02.2	3.9	500±20	230±16	4C—00.21, OH— —118

болоида диаметром 300 футов на частоте 4750 МГц. Однако поток самой туманности был им измерен с большой неопределенностью, а из обнаруженных источников ни один не был уверенно отождествлен со скрытой областью НП.

Настоящие наблюдения были выполнены с помощью северного сектора РАТАН-600 в марте 1984 г. на волнах 31 см ($\nu=960$ МГц), 7.6 см ($\nu=3950$ МГц) и 3.9 см ($\nu=7690$ МГц). Диаграмма направленности северного сектора на высоте NGC 2068 составляет $4'1 \times 42'$ на волне 31 см, $58'' \times 10'$ на волне 7.6 см и $30'' \times 5'$ на волне 3.9 см. Наблюдения велись в режиме прохождения при постоянном склонении $\delta_{\text{вид}}(05.03.84)=00^{\circ}04'27''$, что при $\alpha_{1950.0}=05^{\text{h}}44^{\text{m}}10^{\text{s}}$ соответствует $\delta_{1950.0}=00^{\circ}03'47''$. Наблюдалась область видимых прямых восхождений от $05^{\text{h}}30^{\text{m}}$ до $06^{\text{h}}15^{\text{m}}$. Так как было выполнено только одно сечение исследованной области, то эффективная полоса обзора на волне 7.6 см составила $\sim 10'$. На волнах 31 и 3.9 см наблюдались только наиболее яркие источники. Калибровка по потоку на всех волнах осуществлялась по источнику 3С 195. Интерполяция потока по спектру, приведенному в работе Кюра и др. [8], дает на волне 31 см поток 5.62 Ян, на волне 7.6 см — 1.97 Ян и на волне 3.9 см — 1.20 Ян. Этот же источник использовался для абсолютной привязки координат. При этом принималось $\alpha_{1950.0}=08^{\text{h}}06^{\text{m}}29.5^{\text{s}}$ и $\delta_{1950.0}=-10^{\circ}19'08''$. Всего в данном цикле было усреднено 10 прохождений. Дисперсия шумов на результирующей кривой прохождения составила 0.7 мК на волне 7.6 см, что соответствует пределу обнаружения для точечного источника около 10 мЯн. Чтобы избежать влияния помех, все прохождения были разбиты на две независимые группы. Реальными считались только источники, обнаруженные на средних кривых прохождения в каждой группе. Параметры обнаруженных источников приведены в табл. 1.

При интерпретации единичных сечений, полученных на северном секторе РАТАН-600, следует учитывать особенности его диаграммы [9]. При наблюдении точечного источника, высота которого над горизонтом отличается от высоты электрической оси антенны на величину $\Delta h \equiv \Delta \delta$, полуширина кривой прохождения увеличивается. Однако интегральная площадь под кривой прохождения источника при выносах менее 15 мин. дуги (на высоте NGC 2068) с точностью до 15 % совпадает с площадью под кривой прохождения в центральном сечении, поэтому потоки источников в полосе склонений ($\Delta \delta \pm 15$ мин. дуги) определяются достаточно точно. Кроме того, для точечного источника по наблюдаемой кривой прохождения можно определить величину выноса Δh . Однако при этом невозможно отличить внеосевое прохождение точечного источника от центрального прохождения протяженного источника. Эту особенность диаграммы РАТАН-600 следует особенно внимательно учитывать при отождествлении источников, обнаруженных на одиночном сечении, с источниками из других обзоров.

Всего в исследованной области нами обнаружено 47 источников. Из них 43 с потоками более 20 мЯн. Ожидаемое число фоновых внегалактических радиоисточников при эффективной полосе обзора (10—15 мин. дуги) и постоянном наклоне ($\log N - \log S$), что в исследуемом интервале плотностей потоков соответствует верхнему пределу, составляет 16—24 источника. Таким образом, почти половина всех обнаруженных источников, вероятно, принадлежит к Галактике. Распределение в исследованной области дискретных источников, фонового излучения, а также пылевых облаков показано на рис. 1. Поскольку среди протяженных ($\theta_{0.5} \geq 2'5$) источников значительную долю могут составлять яркие источники, наблюдаемые на большом расстоянии от электрической оси антенны (как, например, 4С — 00.21), а также структурные детали фонового излучения Галактики, их распределение на рис. 1 показано отдельно. Из рис. 1 видно, что существует некоторая слабо выраженная корреляция между распределением темных облаков и источников, в частности, наибольшее скопление источников наблюдается в районе темного облака L 1630. Не исключено, что часть этих источников генетически связана с облаком. В области, общей для нашего обзора и обзора Гилмора [7], можно попытаться выделить источники с тепловыми спектрами. Все сколько-нибудь вероятные отождествления как с обзором Гилмора, так и с другими ранее опубликованными обзорами приведены в табл. 2. Источники из обзора Гилмора обозначены буквой G. В послед-

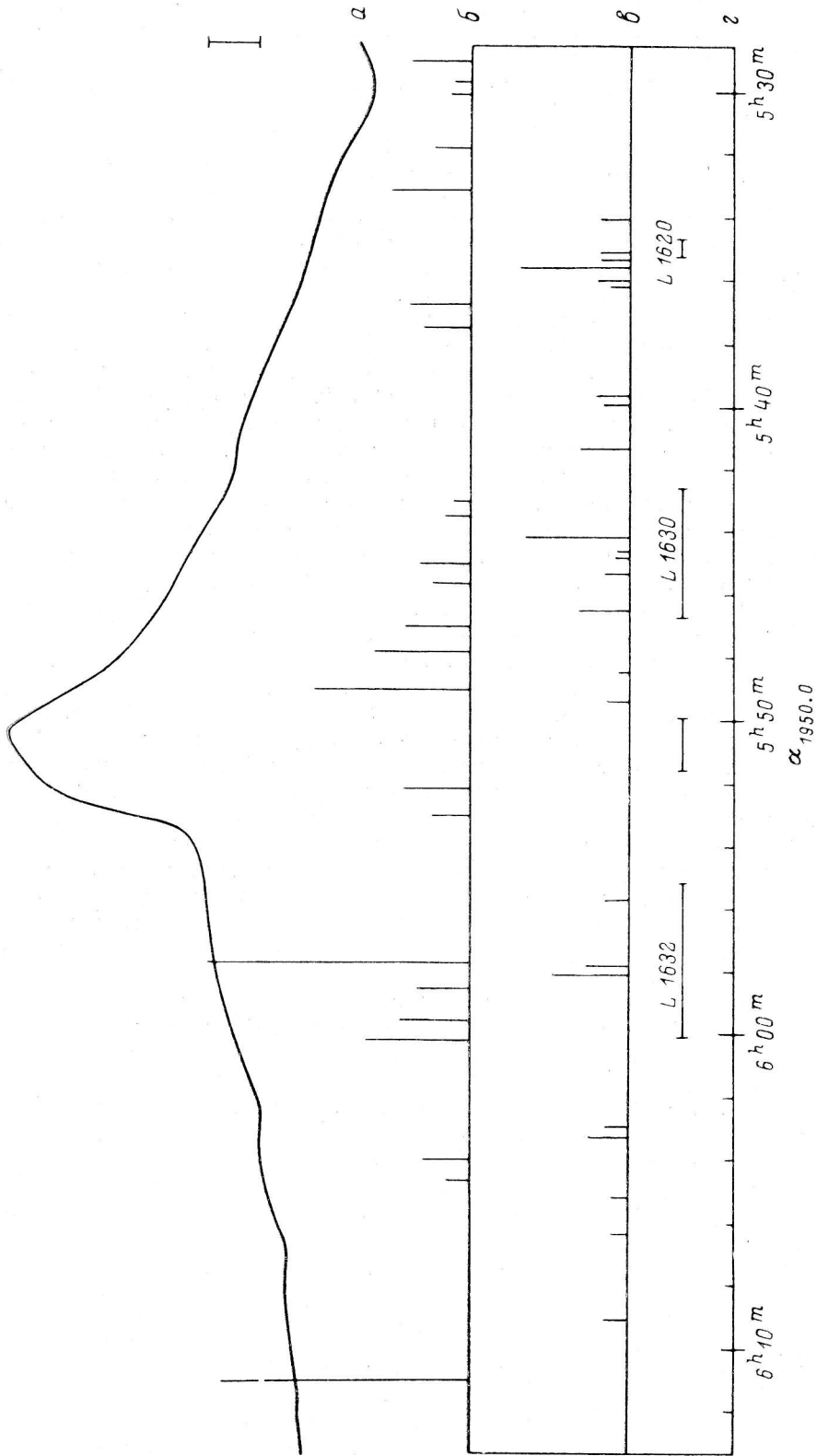


Рис. 1. Распределение фонового радиоизлучения на волне 7.6 см (а), протяженных источников с угловыми размерами $\theta_{0.5} \geq 2.5$ (б), компактных источников с угловыми размерами $\theta_{0.5} < 2.5$ (в) и темных облаков (г) в исследованной области.

Вертикальная черта соответствует яркостной температуре 20 мК и потоку 50 мЯн на волне 7.6 см.

Т А Б Л И Ц А 2

№	$\alpha, \delta_{1950.0}$	$S_{\text{пл}}$	$S_{360}, \text{ мЯн}$	S_{760}	Источник	$\alpha, \delta_{1950.0}$	γ	$S, \text{ мЯн}$	ϵ	$\Delta\delta$
16	05 ^h 41 ^m 22 ^s .2		84 ± 10	≤ 35	G2068-1	05 ^h 41 ^m 22 ^s .6 00°08'59"	4750	41.7		5.5
17	43 03		20 ± 10		G2068-2	05 43 08.4 00 03 12	4750	18.2		7.5
18	43 29.7		30 ± 15		G	05 43 27.34 00 43 16.5 05 43 27.14 00 43 12.2	2695 8085	50 ± 4 6 ± 8	-1.0	7.0
19	44 11.2		102 ± 9	90 ± 30	G2068-3	05 44 09.3 00 03 36 05 44 11.9 00 03 47	4750 2695	58.4 > 73 ± 5	-0.2	
23	45 20		25 ± 8		G	05 45 20.2 00 14 50	2695	21		3.5
24	45 37		40 ± 12		G2068-6	05 45 32.0 00 11 56	4750	37.9		7.0
25	46 28.0		52 ± 6	85 ± 17	G2068-7	05 46 28.0 00°01'50"	4750	34 ± 7		1.5
26	46 54.4		64 ± 12		G2068-8	05 46 48.3 -00 03 30	4750	20		7.0
28	48 31.7		10 ± 5		G2068-11	05 48 30 00 02 23	4750	22		1.0
39	06 00 08.3	< 120	103 ± 12		OH+001	06 00 20 -00 05	1415	580		3.0
47	11 02.2	500 ± 20	230 ± 16		OH — 018 4C — 00.21	06 11 00 -00 07 06 11 02.0 -00 03 54	1415 179	690 2000	-0.7	> 20.0

нем столбце таблицы приведены возможные значения выноса $\Delta \delta$, найденные по наблюдаемым полуширинам кривых прохождения на РАТАН-600 (см. выше).

Скрытой областью НII кроме NGC 2068 несомненно является источник № 25. Как видно из рис. 2, спектр его на частотах ниже 4.0 ГГц, возможно, соответствует оптически толстому слою, для чего необходима мера эмиссии $\sim 4 \times 10^7 \text{ см}^{-6}$ пк. Принимая во внимание малый поток радиоизлучения от источника, истинный угловой размер его не может существенно превышать $1'$. Наблюдаемый на волне 7.6 см угловой размер 1.4 мин. дуги может быть обусловлен смещением источника по склонению $\Delta \delta = 2'$. При расстоянии 500 пк (расстояние до ассоциации Орион R1/R2) это соответствует линейному размеру ~ 0.003 пк и плотности около 10^5 см^{-3} . Принимая во внимание уникальность этих параметров, желательно уточнить как спектр объекта, так и его

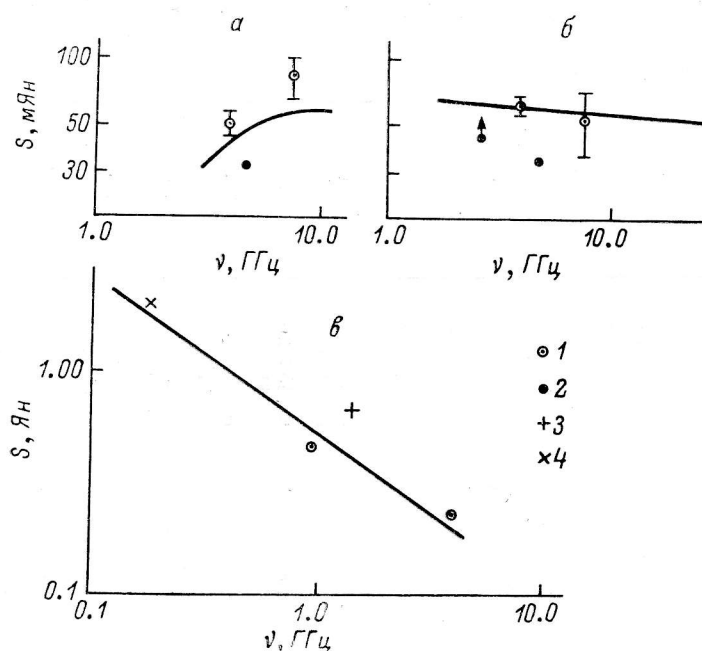


Рис. 2. Спектры радиоисточников № 25 (а), № 19 (б) и № 47 (в) (табл. 2).

1 — РАТАН-600, настоящая работа; 2 — НРАО, Гилмор [7]; 3 — Огайский обзор [16]; 4 — 4С обзор [17].

координаты. Вероятной областью НII по измерениям на волнах 7.6 и 3.9 см является источник № 36 ($\alpha_{1950.0} = 05^{\text{h}}58^{\text{m}}06^{\text{s}}.0$). Возможными областями НII являются источники № 17, 23, 24 и 28 (табл. 2).

Распределение радиояркости на волне 7.6 см в окрестностях туманности NGC 2068 является, как видно из рис. 3, довольно запутанным. Так как каждая из отмеченных стрелками деталей наблюдается на двух независимых прохождениях, то все эти детали, вероятно, реальны. Детали № 17, 18, 23 и 24 зафиксированы в обзоре Гилмора. Прямые восхождения и потоки деталей хорошо согласуются друг с другом. Расхождения в склонениях следует приписать относительным ошибкам измерений. Деталь № 18, как видно из табл. 2, представляет собой, вероятно, фоновый внегалактический радиоисточник.

Большая часть радиоизлучения в районе NGC 2068 приходит от ядра диаметром 2 мин. дуги и потоком на волне 7.6 см, равным 100 мЯн. Наблюдаемые к востоку две точечные детали № 20 и 21 также, возможно, принадлежат к скоплению вокруг NGC 2068, так как здесь (рис. 3, б) наблюдается несколько звезд с эмиссионными особенностями Lk — H α (297—314) [6]. Все эти детали, № 19, 20 и 21, погружены в общую оболочку с потоком около 50 мЯн (рис. 3, оболочка обозначена штриховой линией). Итак, интегральный поток радиоизлучения от газа, ионизованного скоплением, погруженным в NGC 2068, равен ~ 180 мЯн. По данным Строма и др. [5], ярчайшая звезда ИК-скопле-

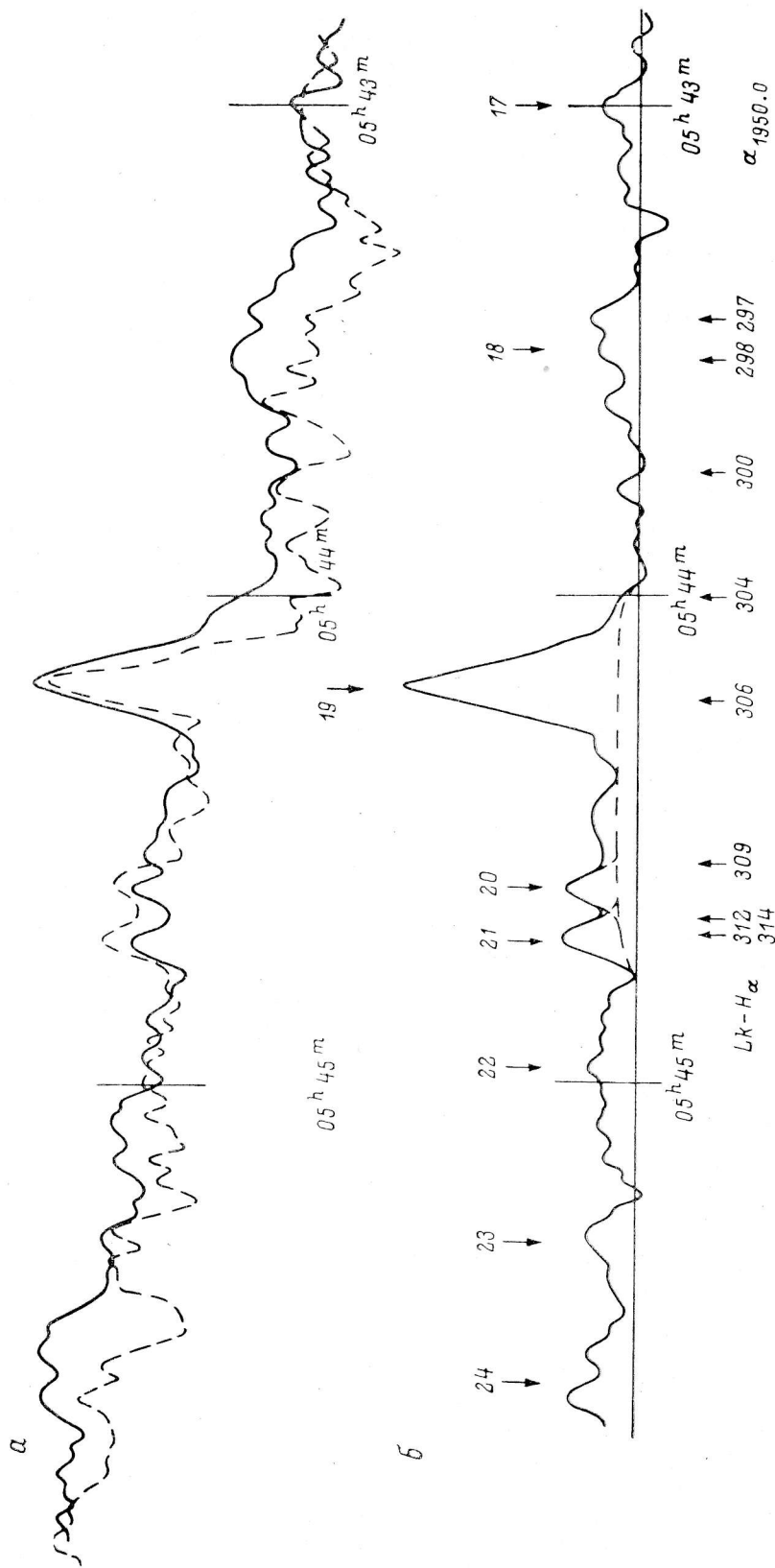
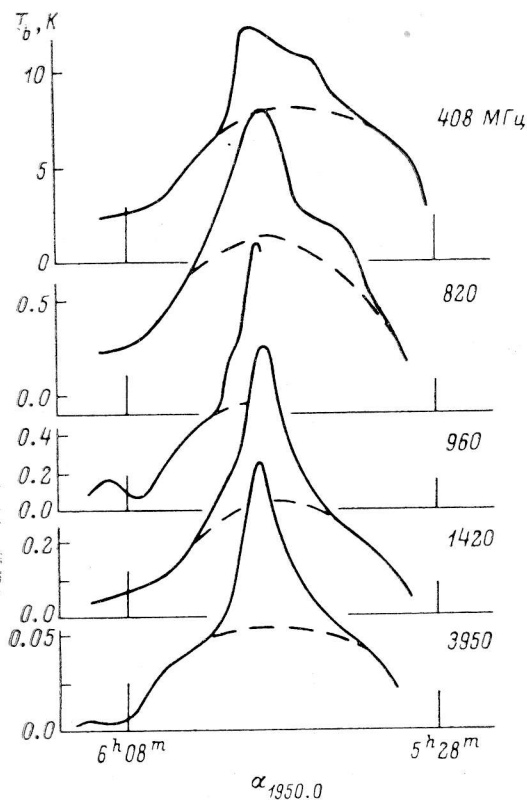


Рис. 3. Радиостолбики в окрестностях NGC 2068.

a — кривые прохождения, средние для двух независимых групп наблюдений; *b* — кривая прохождения, средняя по всему ширлу после устранения фонового излучения. Цифры над кривой прохождения соответствуют номерам источников в табл. 1, штриховой линией показана оболочка вокруг NGC 2068, под кривой прохождения показаны положения звезд с эмиссионными особенностями [6].

ния, HD 38563N, принадлежит к спектральному классу B2 II—III. На расстоянии 500 пк такая звезда может обеспечить поток не более 25 мЯн. В то же время, чтобы обеспечить поток только от ядра MGC 2068, необходима по меньшей мере звезда B1, а ионизация оболочки и деталей № 20 и 21 требует еще нескольких звезд класса B2. Таким образом, данные о радиоизлучении туманности NGC 2068 подтверждают предположение, высказанное Стромом и др. [5], о том, что наиболее массивные звезды в ИК-скоплении недоступны наблюдениям в ближнем ИК-диапазоне и для их поиска следует привлекать более длинноволновые данные. С учетом данных о радиоизлучении NGC 2068 оценка интегральной массы скопления $30M_{\odot}$, приведенная в работе [3], должна быть увеличена в 2—3 раза.

В заключение остановимся кратко на фоновом излучении исследованного участка неба. В фоновом излучении (рис. 1, а) четко выделяются две составляющие: 1 — излучение Петли Барнарда, находящейся примерно в центре исследованного сечения; 2 — фоновое излучение, принадлежащее, вероятно, к местному спиральному рукаву. Для того чтобы определить спектральный индекс фонового излучения, мы воспользовались



кроме своих данных на частотах 960 и 3950 МГц данными на частотах 408, 820 и 1420 МГц, приведенными в работе [11] (рис. 4). Так как характерная толщина Петли Барнарда в исследованном сечении составляет 66 мин. дуги, а наблюдения на частоте 820 МГц выполнены с разрешением 72 мин. дуги, то на этой частоте необходимо учесть уменьшение ярко-

Рис. 4. Распределение фонового излучения в исследованном сечении по данным настоящей работы на частотах 960 и 3950 МГц, а также данным на частотах 408, 820 и 1420 МГц, приведенным в работе Райха [11].

стной температуры вследствие антенного сглаживания примерно на 35%. На всех остальных частотах антенным сглаживанием можно пренебречь. Калибровка антенных температур в яркостные для наблюдений, выполненных на РАТАН-600, осуществлялась по наблюдениям источника ЗС 195 с помощью процедуры, описанной Беркхьюзен [10] (более подробно см. [12]). Зависимость яркостной температуры от частоты приведена на рис. 5, а для фонового излучения и на рис. 5, б для Петли Барнарда. Спектральный индекс радиоизлучения по яркостной температуре равен 1.9 для Петли Барнарда и 2.1 для фонового излучения. Таким образом, фоновое излучение местного спирального рукава в районе Орионова выступа, а также излучения Петли Барнарда являются тепловыми по крайней мере на частотах выше 1000 МГц. Тепловая природа Петли Барнарда подтверждается также обнаружением радиоизлучения в рекомбинационных линиях [13].

При внимательном рассмотрении фонового излучения исследованного участка неба обращает на себя внимание наличие большого числа флуктуаций яркости на масштабах более 5 мин. дуги. Естественно предположить, что эти флуктуации обусловлены межзвездной турбулентностью. Турбулентные флуктуации

яркостной температуры оптически тонкой тепловой плазмы определяются структурной функцией [14]

$$\overline{\Delta T_b^2} \approx \left(\frac{2\mu m_H}{kT} T_b \right)^2 \frac{(\varepsilon L)^{1/3}}{1 + (L/r)^{1/3}},$$

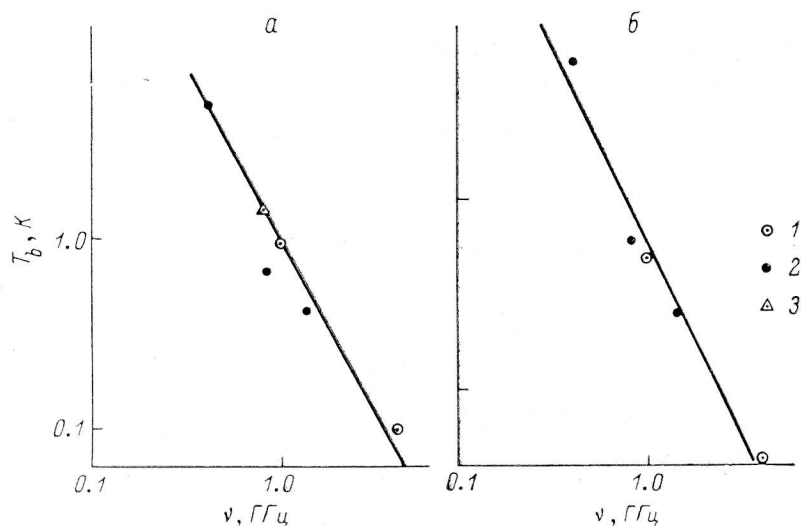


Рис. 5. Спектр по яркостной температуре в исследованном сечении Петли Барнарда (а) и радиоизлучения местного спирального рукава в районе так называемого Орионова выступа (б).

1 — измерения на РАТАН-600; 2 — данные, приведенные в работе Райха [11]; 3 — яркостная температура Петли Барнарда на частоте 820 МГц, исправленная за антенное сглаживание.

где L — внешний масштаб турбулентности; ε — поток турбулентной энергии, т. е. количество энергии, переданной 1 г межзвездного газа за 1 с; μ — моле-

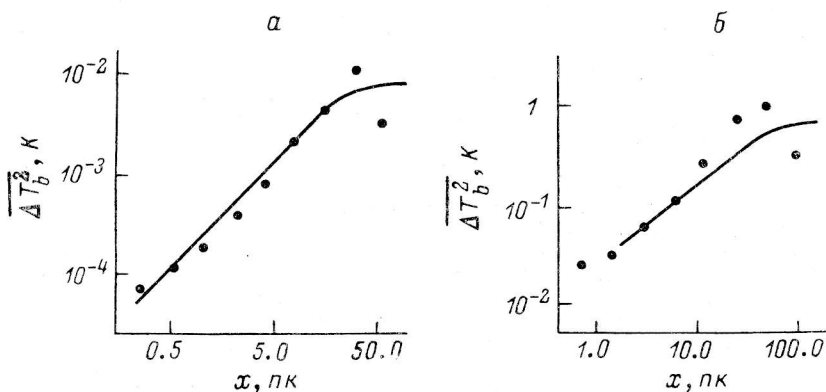


Рис. 6. Структурные функции флуктуаций яркостной температуры на волнах 7.6 (а) и 31 см (б).

кулярный вес; m_H — масса атома водорода; k — постоянная Больцмана; T — температура. Принимая $T=7 \cdot 10^3$ К, $\mu=1.3$, имеем:

$$\overline{\Delta T_b^2}/T_b^2 \approx (4.5 \cdot 10^{-12}) \frac{(\varepsilon L)^{1/3}}{1 + (L/r)^{1/3}}.$$

Из-за интегрирования по лучу зрения наблюдаемая структурная функция для туманности линейного размера R , удаленной на расстояние настолько большое, что лучи зрения можно считать параллельными, будет, как показано в работе Каплана и Климишина [15], иметь показатель не 1.33, а либо 1.42 (при $L \approx R$), либо 1.02 (при $L \approx 0.5 R$).

Нами были просчитаны структурные функции флуктуаций яркости на волнах 7.6 и 31 см (рис. 6). Наблюдаемые наклоны структурных функций оказались равны 1.06 и 0.82 соответственно. Таким образом, полученные структурные функции не противоречат турбулентной природе наблюдаемых крупномасштабных флуктуаций яркости в исследованном участке неба, хотя при интерпретации этих результатов следует соблюдать осторожность [14]. Спектральный индекс флуктуаций также не противоречит тепловой природе излучения. По структурной функции на волне 7.6 см, которая определялась с большей точностью и в большем интервале масштабов, можно оценить внешний масштаб турбулентности $L \approx 60$ пк и поток турбулентной энергии $\varepsilon \approx 10^{-3}$ см²/с³. Полученное нами значение потока турбулентной энергии совпадает с ожидаемым потоком турбулентной энергии, поступающей в межзвездную среду из-за расширения областей III (см. книгу Каплана и Пикельнера [14]).

В заключение авторы выражают благодарность Н. Е. Гольневой и Г. В. Ефановой за помощь в обработке наблюдений, а также В. К. Херсонскому за интересные дискуссии.

Литература

1. Пятунина Т. Б. Начальная функция масс в R-ассоциациях CMa R1, Mon R1 и Mon R2 по радиоданным. — Письма в АЖ, 1985, 11, с. 27—46.
2. Cohen M., Kuhl L. V. Observational studies of pre-main-sequence evolution. — *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 1979, 41, p. 743—843.
3. Sellgren K. Properties of young clusters near reflection nebulae. — *Astron. J.*, 1983, 88, p. 985—997.
4. Lee T. A. Interstellar extinction in Orion associations. — *Astrophys. J.*, 1968, 152, p. 913—925.
5. M 7 8: an active region of star formation in the dark cloud Lynds 1630 / K. M. Strom, S. E. Strom, L. Carrasco et al. — *Astrophys. J.*, 1975, 196, p. 489—501.
6. Herbig G. H., Kuhl L. V. Emission line stars in the region of NGC 2068. — *Astrophys. J.*, 1963, 137, p. 398—400.
7. Gilmore W. Radiocontinuum interferometry of dark clouds. — *Astron. J.*, 1980, 85, p. 894—944.
8. A catalogue of radio sources / H. Kühr, U. Nauber, I. I. K. Pauliny-Toth et al. — *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 1981, 45, 367 p.
9. Темирова А. В. Экспериментальное исследование диаграмм направленности северного сектора радиотелескопа РАТАН-600. — *Астрофиз. исслед. (Изв. САО)*, 1983, 17, с. 131—147.
10. Verkhuisen E. M. A survey of the continuum radiation at 820 MHz between declinations -7° and $+85^\circ$. — *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 1972, 5, p. 263—312.
11. Reich W. The structure of the Orion region in the radiocontinuum. — *Astron. Astrophys.*, 1978, 64, p. 407—421.
12. Пятунина Т. Б., Тараскин Ю. М. Крупномасштабное распределение ионизованного газа в ассоциации Большой Пес OB1. — *Астрон. журн.*, 1986.
13. Gaillard M. J. Detection of the H 142 line from Barnard Loop. — *Month. Not. Roy. Astron. Soc.*, 1984, 211, p. 149—153.
14. Каплан С. А., Пикельнер С. Б. Движение межзвездного газа. — В кн.: *Межзвездная среда*. М., 1963, с. 407—432.
15. Каплан С. А., Климишин И. А. Методы анализа межзвездной турбулентности. — *Астрон. журн.*, 1964, 41, с. 274—281.
16. The Ohio survey / J. R. Ehman, R. S. Dixon, C. M. Ramakrishna et al. — *Astron. J.*, 1974, 79, p. 144—317.
17. Gower J. F. R., Scott P. F., Wills D. A survey of radio sources in the declination ranges -07° to 20° and 40° to 80° . — *Mem. Roy. Astron. Soc.*, 1967, 71, p. 49—144.

Поступила в редакцию 29.04.85