

УДК:524.35

СТРУКТУРА ОСТАТКА СВЕРХНОВОЙ ЗС 58
И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙГ.Г.АЙВАЗЯН, А.М.АСЛАНЯН, А.Г.ГУЛЯН, В.П.ИВАНОВ, Р.М.МАРТИРОСЯН,
К.С.СТАНКЕВИЧ, С.П.СТОЛЯРОВ

Поступила 14 сентября 1988

Принята к печати 1 февраля 1989

Получено изображение остатка сверхновой 1181г. на длине волны 5 см с разрешением $2'.7$. Исследованы окрестности вокруг источника с радиусом $30'$ и не обнаружено излучений с плотностью потока, больших $3 \sigma = 270$ мЯн/луч, которые можно интерпретировать как гало. На периферии туманности возможно увеличение спектрального индекса.

Радиоисточник ЗС 58 является остатком сверхновой 1181 г. В центре его обнаружен компактный рентгеновский источник, возможно нейтронная звезда. По радиоструктуре и спектру ЗС 58 аналогичен Крабовидной туманности и может быть отнесён ко второму типу остатков. У большинства объектов этого типа имеется четко выраженная оболочка, формирующаяся при взаимодействии ударной волны с межзвёздной средой. У ЗС 58 такой оболочки не наблюдали. Высказывались предположения [1,2], что большая часть массы предсверхновой выброшена при взрыве и движется в межзвёздной среде со скоростью $5000 - 12000$ км/с, формируя за пределами источника слабое гало. Авторы работы [3] на частоте 1446 МГц вокруг источника такой структуры не обнаружили в радиусе $12'$.

В настоящей работе сообщается об исследованиях структуры и окрестностей источника ЗС 58 на длине волны $\lambda = 5$ см, выполненных с помощью радиотелескопа РТ-70 [4] в июне 1987г. На этой длине волны диаграмма антенны симметрична и равна $2'.7$ на уровне половинной мощности. Флуктуационная чувствительность радиотелескопа составляла 50 мЯн/луч. Калибровка радиотелескопа проводилась по источнику ЗС 295, его плотность потока S (6 ГГц) $= 5.0$ Ян в абсолютной радиоастрономической шкале [5].

На рис. 1 нанесено изображение источника ЗС 58 в координатах α и δ , приведённых на эпоху 1950.0. В первом приближении изображение может быть представлено эллипсом, ориентированным в картинной плоскости с позиционным углом 94° . Измерения проведены на одной поляризации, близкой к направлению север-юг в картинной плоскости. Максимум интен-

сивности совпадает с центром источника и поток равен 10 Ян/луч . Поскольку в центре поляризация излучения отсутствует [6], то приведённая величина представляет полный поток в центре. Наружный контур изофот

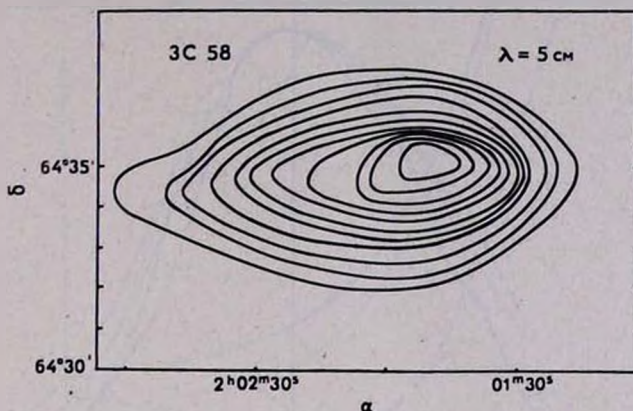


Рис.1. Карта радионизотоп ЗС 58 на волне 5 см. Крайняя изофота соответствует 0.02 от максимального уровня, следующая — 0.05, затем — 0.1 и далее через 0.1.

соответствует 2% уровню от максимальной интенсивности. Размеры остатка СН по малой и большой осям эллипса на малых уровнях даны в таблице 1.

Таблица 1

Уровень интенсивности (в %)	Малая ось(сек.дуги)	Большая ось (сек.дуги)
2	320	690
5	290	590
10	250	540
50	135	350

При расстоянии до туманности 2.6 кпк [7] ее размеры на уровне 2% равны 4.1×8.7 пк, что порядка измеренных ранее (4.5×7.6 пк) [6], но на уровне 10%.

На рис.2 приведено распределение яркости по источнику вдоль малой оси, на котором также нанесены распределения, полученные из радиокарт на частотах 151 и 2695 МГц [11], 1420 и 2880 МГц [6]. Графики на рис.2 показывают некоторую частотную зависимость крупномасштабной структуры: на уровнях интенсивности, меньших 0.5, размеры источника на часто-



тах 6000 МГц и 151 МГц отличаются на 20-30 сек. дуги, увеличиваясь в сторону низких частот, однако не исключено, что это различие объясняется ошибками при синтезе изображений.

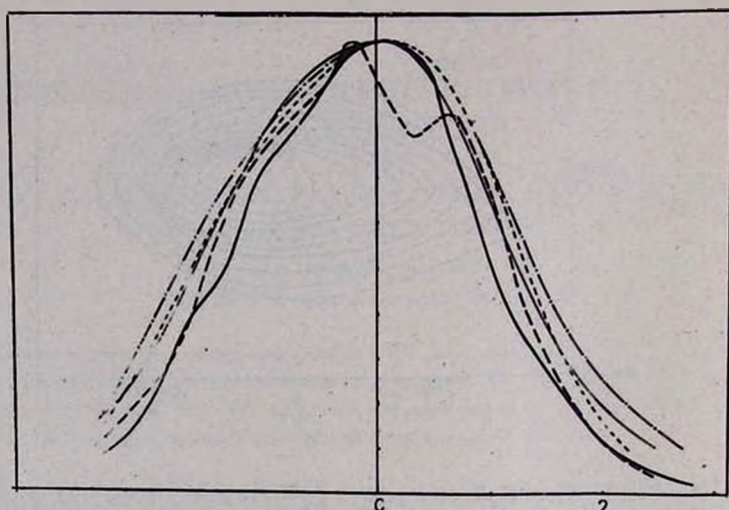


Рис.2. Распределение яркости ЗС 58 по малой оси: — на 1420 МГц [6]; — на 2880 МГц [6]; —·— на 150 МГц [11]; — на 2695 МГц [11]; · на 6000 МГц [наст. работа].

Окрестности ЗС 58 были исследованы при сканировании антенны с 3' интервалом области с центром, совпадающим с центром источника, по $\pm \Delta\delta = 30'$ и по $\Delta\alpha = +4.6 \text{ min}(30')$ $-2.7 \text{ min}(-18')$.

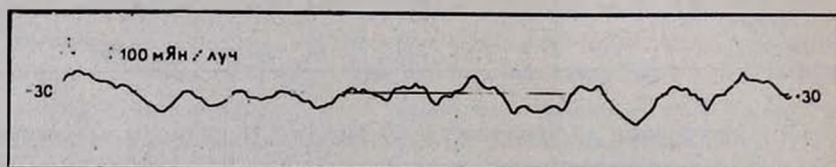


Рис.3. Пример записи скана в окрестности ЗС 58 на $\lambda = 5$ см.

Измеренное среднеквадратичное отклонение на сканах составляет $\sigma = 90$ мЯн/луч. Пример записи скана приведен на рис.3. В исследованной

площадке не обнаружены протяженные структуры с поверхностной яркостью $\Sigma \sim 10^{-21}$ или отдельные детали, от которых поток превышал бы $3\sigma = 270$ мЯн/луч и которые можно интерпретировать как гало или его остаток.

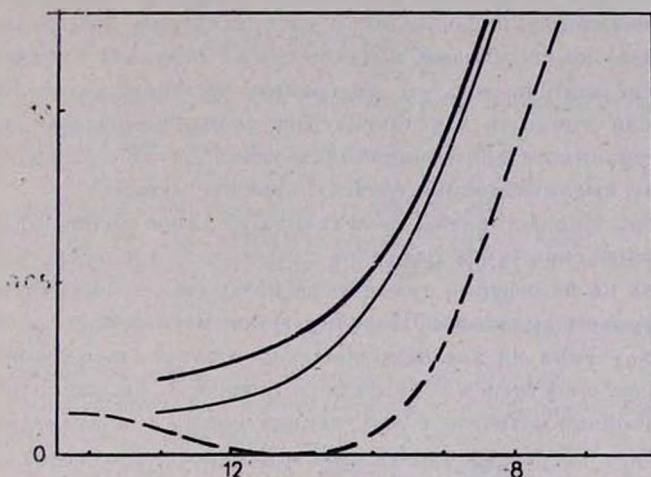


Рис.4. Край скана ЗС 58. --- скан на $\lambda = 18$ см; — скан, полученный при свертке радиоизображения на $\lambda = 5$ см с диаграммами на $\lambda = 18$ см; — — — диаграмма антенны на $\lambda = 18$ см.

Реальная чувствительность радиотелескопа 90 мЯн/луч почти в 2 раза хуже флуктуационного порога (50 мЯн/луч). ЗС 58 находится в 3° от плоскости Галактики ($Z=140$ пк), поэтому мы не исключаем, что причиной ухудшения чувствительности являются вариации антенной температуры из-за теплового излучения НII-областей. Соответствующий уровню 3σ верхний предел поверхностной яркости $\Sigma(6\text{ГГц}) \leq 2.7 \cdot 10^{-21} \text{Вт/м}^2\text{ГГц}$ ср. В [3] на 1446 МГц получена $\Sigma < 0.47 \cdot 10^{-21} \text{Вт/м}^2\text{ГГц}$ ср, в круге с радиусом около $12'$. До этих границ расширилась бы оболочка, если материя предсверхновой разлеталась со скоростью 5000 км/с. Наши измерения охватывают в 4 раза большую площадь, что исчерпывает весь возможный интервал скоростей.

Из статистических моделей для $\Sigma-D$ зависимости у остатков сверхновых следует, что на частоте 6 ГГц по модели [8] $\Sigma_0(6\text{ГГц}) = 70 \cdot 10^{-21} \text{Вт/м}^2\text{ГГц}$ ср. и по модели [9] $\Sigma_0(6\text{ГГц}) = 42 \cdot 10^{-21} \text{Вт/м}^2\text{ГГц}$ ср. В среднем эти величины примерно в 20 раз превышают измеренную поверхностную яркость, подобное превышение было отмечено для Крабовидной туманности [10].

На периферии Крабовидной туманности была обнаружена оболочка,

по светимости и спектру типичная для молодых остатков сверхновых [10]. Остаток сверхновой 1181г. по структуре подобен Крабу, и поэтому нами были проведены исследования радиоизлучения на периферии этого объекта. С этой целью на радиотелескопе РТ-70 на длине волны $\lambda=18$ см были сделаны сканы в направлении, близком большой и малой осям источника. С целью получения информации о распределении спектрального индекса они сравнивались со сканами, полученными в результате свёртки изображения, приведённого на рис.1, с диаграммой антенны на $\lambda=18$ см.

Лучшая точность восстановления скана по свертке получена для NE-края туманности при позиционном угле $PA=77^{\circ}.5$, поскольку диаграмма антенны имела меньший уровень первого лепестка.

На рис. 4 представлены края сканов на длине волны 18см: измеренного и восстановленного. Их различие свидетельствует о том, что относительная яркость на периферии туманности на $\lambda=18$ см несколько больше, чем в сантиметровом диапазоне. Поэтому вероятно возрастание спектрального индекса излучения во внешних областях остатка сверхновой.

На северо-востоке, в 9 минутах от центра 3C 58, расположен внегалактический двойной источник с расстоянием между компонентами $35''$. Источник имеет крутой спектр $\alpha=1.4\pm 0.1$ и плотность потока на 2.7 ГГц равна 0.029 ± 0.003 Ян [11]. На $\lambda=18$ см его вклад в плотность потока равен $S_{\nu}\leq 0.06$ Ян, поэтому его влиянием нельзя объяснить подъём края скана на 1%, т.е. на 0.3 Ян.

При позиционном угле $PA=257^{\circ}.5$ измеренный и восстановленный сканы полностью совпали.

В [12] при синтезе изображения на частотах 1420 МГц и 2880 МГц получено (с ошибкой, превосходящей сами величины спектральных индексов) увеличение крутизны спектра в северных и восточных наружных частях туманности. Наши измерения подтверждают реальность этого эффекта, но вопрос о существовании слабой радиооболочки, окружающей плерион, остаётся открытым.

Институт радиофизики и электроники

АН Арм. ССР

НИИРФИ, г.Горький

A STRUCTURE OF 3C 58 SUPERNOVA REMNANT AND ITS NEIGHBOURHOOD

H.H. AYJVAZIAN, A.M. ASLANIAN, A.G.GULIAN, V.P. IVANOV,
R.M., MARTIROSIAN, K.S. STANKEVICH, S.P. STOLYAROV

The image of supernova remnant of 1181 at 5 cm with resolution $2.7'$ is obtained and the neighbourhood of source with radius $30'$ is investigated.

No radiation with flux greater than $3\sigma=270$ mJy/ beam were registered which could be interpreted as halo. At the outer parts of the nebula an increase of the spectral index is possible.

ЛИТЕРАТУРА

1. *R.A.Chevalier*, in «Supernovae», ed. D.N.Schramm, Reidel, Dordrecht, 1977, p.53.
2. *И.С.Шкловский*, Астрон.ж., **55**, 726, 1978.
3. *S.P.Reynolds, H.D.Aller*, Astron. J., **90**, 2312, 1985.
4. *А.М.Асланян, А.Г.Гулян, А.Н.Козлов, В.Б.Тарасов, Р.М.Мартirosян, В.А.Гришмановский, Б.Г.Сергеев*, Изв.вузов. Радиофиз., **27**, №5, 543, 1984.
5. *В.П.Иванов, К.С.Станкевич*, Изв. вузов. Радиофиз., **29**, №1, 3, 1986.
6. *A.S.Wilson, K.W.Weiler*, Astron. and. Astrophys., **53**, 89, 1976.
7. *D.A.Green, S.F.Gull*, Nature, **299**, 606, 1982.
8. *Т.А.Лозинская*, Сверхновые звезды и звездный ветер. Взаимодействие с газом Галактики, Наука, М., 1986.
9. *J.L.Caswell, I.Lerche*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., **182**, 201, 1979.
10. *М.И.Атафонов, А.М.Асланян, А.Г.Гулян, В.П.Иванов, Р.М.Мартirosян, К.С.Станкевич, С.П.Столяров*, Астрон. ж., **64**, 60, 1987.
11. *D.A.Green*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., **218**, N3, 533, 1986.
12. *K.W.Weiler, G.A.Seielstad*, Astrophys. J., **163**, N3, 455, 1971.
13. *T.Velusamy*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., **212**, 359, 1985.
14. *N.S.Wilson, K.W.Weiler*, Nature, **300**, 155, 1982.