

Министерство высшего и среднего специального образования
Р С Ф С Р

Горьковский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ)

П р е п р и н т № 2 6 5

СТРУКТУРА ОСТАТКА СВЕРХНОВОЙ ЗС 58
И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Айвазян Г.Г.
Аслаян А.М.
Гуляев А.Г.
Иванов В.П.
Мертиросян Р.М.
Станкевич К.С.
Столяров С.П.

Горький 1988

Айвазян Г.Г., Аслянян А.М., Гулян А.Г., Иванов В.П.,
Мартirosян Р.М., Станкевич К.С., Столяров С.П.

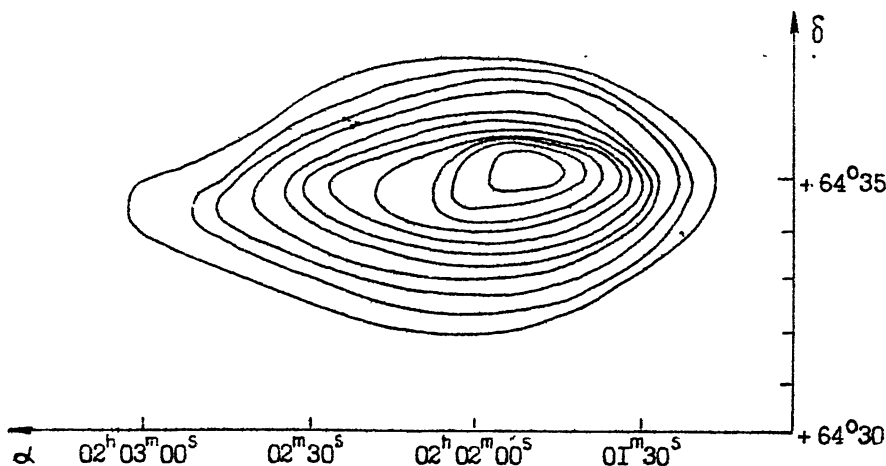
СТРУКТУРА ОСТАТКА СВЕРХНОВОЙ ЗС 58 И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ //
Препринт № 265. - Горький: НИРФИ. - 1988. - 8 с.

УДК 523.164.42

Получено изображение остатка сверхновой П181 г. на длине волны 5 см с разрешением 2',7. Исследованы окрестности вокруг источника с радиусом 30' и не обнаружено излучений с плотностью потока, большей $36 = 270$ мЯн/луч, которые бы можно интерпретировать как гало. На периферии туманности возможно увеличение спектрального индекса.

Радиоисточник 3С 58 является остатком сверхновой II8I г. В центре его обнаружен компактный рентгеновский источник, возможно нейтронная звезда. По радиоструктуре и спектру 3С 58 аналогичен Крабовидной туманности и может быть отнесен ко второму типу остатков. У большинства объектов этого типа имеется четко выраженная оболочка, формирующаяся при взаимодействии ударной волны с межзвездной средой. У 3С 58 такой оболочки не наблюдали. Высказывались предположения /1, 2/, что большая часть массы предсверхновой выброшена при взрыве и движется в межзвездной среде со скоростью 5000–12000 км/с, формируя за пределами источника слабое гало. Авторы /3/ на частоте 1446 МГц вокруг источника такой структуры не обнаружили в радиусе 12'.

В настоящей работе сообщается об исследованиях структуры и окрестностей источника 3С 58 на длине волны $\lambda = 5$ см, выполненных с помощью радиотелескопа РТ-70 /4/ в июне 1987 г. На этой длине волны диаграмма антенны симметрична и равна 2,7 на уровне половинной мощности. Флуктуационная чувствительность радиотелескопа составляла 50 мкВ/луч. Калибровка радиотелескопа проводилась по источнику 3С 295, его плотность потока $S(6 \text{ ГГц}) = 5,0 \text{ Ян}$ в абсолютной радиоастрономической шкале /5/.

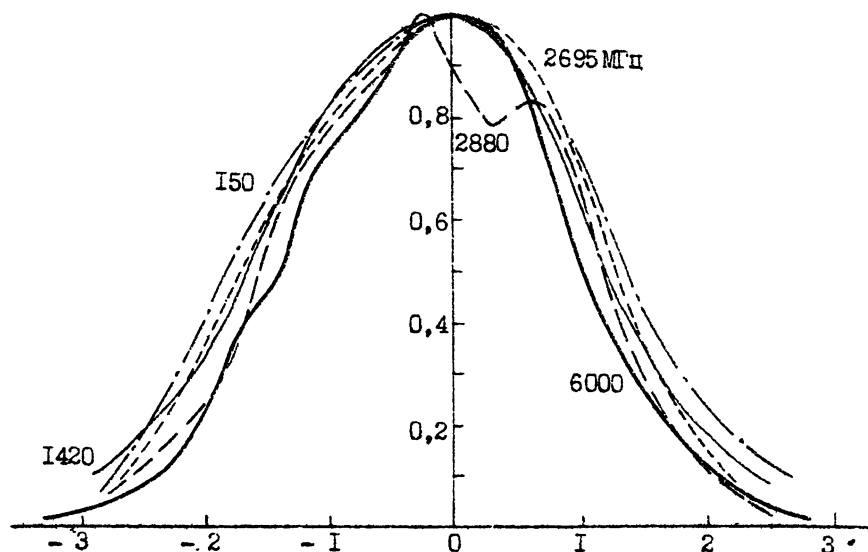


Р и с. 1. Карта изофот 3С 58 на волне 5 см. Крайняя изофота соответствует 0,02 от максимального уровня, следующая – 0,05, затем – 0,1 и далее через 0,1.

На рис. 1 нанесено изображение источника ЗС 58 в координатах α и δ , приведенных 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 интенсивности совпадает с центром источника и поток равен 10 Ян/дуч. Поскольку в центре поляризация излучения отсутствует / 6 /, то приведенная величина представляет полный поток в центре. Наружный контур изофот соответствует 2% уровню от максимальной интенсивности. Размеры остатка СН по малой и большой осям эллипса на малых уровнях даны в табл. 1.

Таблица 1

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



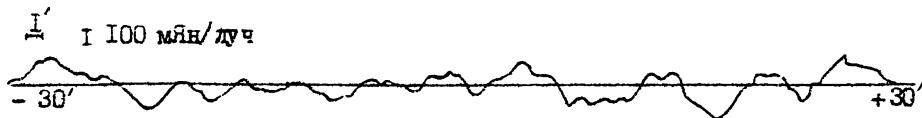
Р и с. 2. Распределение яркости ЗС 58 по малой оси

На расстоянии до туманности 2,6 кпс /7/ ее размеры на уровне 2% равны 4,1 x 8,7 пс, что порядка измеренных ранее (4,5 x 7,6 пс) /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 I51 и 2695 МГц /II/, 1420 и 2880 МГц /6/. Графики на рис.2 показывают некоторую частотную зависимость крупномасштабной структуры: на уровнях интенсивности, меньших 0,5, размеры источника на частотах 6000 и 151 МГц отличаются на 20-30 с. дуги, увеличиваясь в сторону низких частот, однако не исключено, что это различие объясняется ошибками при синтезе изображений.

Окрестности 3С 58 были исследованы при сканировании антенны с Δ интервалом области с центром, совпадающим с центром источника, по $\pm \Delta \delta = 30'$ и по $\Delta \alpha = +4,6 \text{ min } (30')$
 $-2,7 \text{ min } (-18')$.

Измеренное среднеквадратичное отклонение на сканах составляет $\sigma = 90 \text{ мЯн/луч}$. 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 $3\sigma = 270 \text{ мЯн/луч}$ и которые можно интерпретировать как гало или его остаток.



Р и с. 3. Пример записи скана в окрестности 3С 58 на $\lambda = 5 \text{ см}$

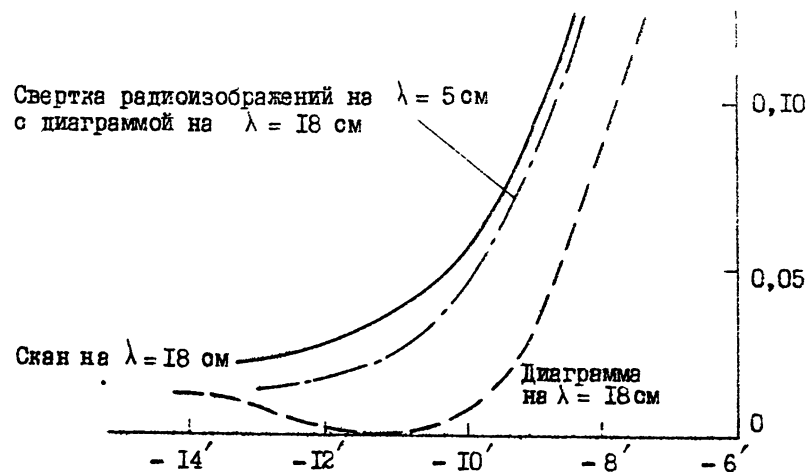
Реальная чувствительность радиотелескопа 90 мЯн/луч почти в два раза хуже флуктуационного порога (50 Ян/луч). 3С 58 находится в 3° от плоскости Галактики ($Z = 140 \text{ пс}$), поэтому мы не исключаем, что причиной ухудшения чувствительности являются вариации антенной температуры из-за теплового излучения НП-областей. Соответствующий уровень 3σ верхний предел поверхностной яркости Σ (6 ГГц) $\leq 2,7 \times 10^{-21} \text{ Вт/м}^2\text{Гц стерад}$. В /3/ на 1446 МГц получена $\Sigma < 0,47 \cdot 10^{-21} \text{ Вт/м}^2\text{Гц стерад}$ в круге с радиусом около $12'$. До этих границ расширился бы оболочка, если материя предсверхновой разлеталась со ско-

рость 5000 км/с. Наши измерения охватывают в четыре 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/ Σ_0 (6 ГГц) = $70 \cdot 10^{-21}$ Вт/м²Гц стерад и по модели /9/ Σ_0 (6 ГГц) = $4,2 \cdot 10^{-21}$ Вт/м²Гц стерад. 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 П181 по структуре подобен Крабу, и поэтому нами были проведены исследования радиоизлучения на периферии этого объекта. С этой целью на радиотелескопе РТ-7С 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 свертки изображения, приведенного 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 = $77,5^\circ$, поскольку диаграмма антенны имела меньший уровень первого лепестка.



Р и с. 4. Край скана 3С 58

На рис. 4 представлены края сканов на длине волны 18 см: 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 3С 58, расположен внегалактический двойной источник с расстоянием между компонентами 35 сек. дуги. Источник имеет крутой спектр $\alpha = 1,4 \pm 0,1$ и плотность потока на 2,7 ГГц равна $0,029 \pm 0,003$ Ян /Гц/. На $\lambda = 18$ см его вклад в плотность потока равен $S_{\lambda} \approx 0,06$ Ян, поэтому его влиянием нельзя объяснить подъем края скана на 1%, т.е. на 0,3 Ян.

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

В /12/ при синтезе изображения на частотах 1420 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 радиоболочки, окружающей периферию, остается открытым.

Л и т е р а т у р а

1. Chevalier R.A. In: Supernovae, edited by D.N.Schramm /Reidel, Dordrecht/, p.53, 1977.
2. Шкловский И.С. //Астрон. ж. - Т.55, № 4. - 1978. - С.726.
3. Reynolds S.P., Aller H.D. //Astron.J. -V.90, N 11.-1985.-P.2312.
4. Асланян А.М., Гулян А.Г., Козлов А.Н., Тарасов В.Б., Мартиросян Р.М., Гришмановский В.А., Сергеев Б.Г. // Изв. вузов - Радиофизика, Т.27, №5. - 1984. -С.543.
5. Иванов В.П., Станкевич К.С. // Изв. вузов- Радиофизика. - Т.29, № 1. - 1986. - С. 3.
6. Wilson A.S., Weiler K.W. //Astron.Astrophys.-V.53, N 1.-1976.-P.89
7. Green D.A., Gull S.F. //Nature.-V.299, N .-1982.-P.606.
8. Лозинская Т.А. Сверхновые звезды и звездный ветер. Взаимодействие с газом Галактики. - М.: Наука, 1986.

9. Caswell J.L., Lerche I.//Mon.Not.Roy.Astr.Soc.-V.182, N 1.-
1979. -P.202.
10. Агафонов М.И., Аслянян А.М., Гулян А.Г., Иванов В.П., Мартиросян
Р.М., Станкевич К.С., Столяров С.П.//Астрон. ж. - Т.64, №1. -
1987. - С.60.
11. Green D.A.//Mon.Not.Roy.Astr.Soc.-V.218, N 3.-1986.-P.533.
12. Weiler K.W., Seielstad G.A.//Astrophys.J.-V.163, N 3.-1971.-
P.455.
13. Velusamy T.//Mon.Not.Roy.Astr.Soc.-V.212, N 2.-1985.-P.359.
14. Wilson A.S., Weiler K.W.//Nature.-V.300, N 5888. - 1982.-P.155.

Дата поступления статьи
8 июля 1988 г.

СТРУКТУРА ОСТАТКА СВЕРХНОВОЙ ЗС 58 И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Подписано в печать 26.10.88 г. МЦ 05198. Формат 60 x 84 1/16
Бумага писчая. Печать офсетная. Объем 0,48 усл. печ. л. Тираж 100
Заказ 4778. Бесплатно

Отпечатано на ротационной машине в НИРФИ