

В. Г. Малумян

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ИСТОЧНИКА
КОСМИЧЕСКОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ СТРЕЛЕЦ-А
НА ВОЛНЕ 32.5 см С ВЫСОКОЙ РАЗРЕШАЮЩЕЙ
СИЛОЙ

§ 1. ВВЕДЕНИЕ

В Главной астрономической обсерватории АН СССР на Большом радиотелескопе [1,2] с января 1961 года проводились наблюдения ряда источников космического радиоизлучения на $\lambda = 32.5$ см, в том числе и источника Стрелец-А.

Приемное устройство и некоторые детали методики наблюдения описаны в [3]. Для определения координат источников была проведена привязка электрической оси антенны к меридиану с помощью источников Телец-А и Лебедь-А, точные координаты которых известны из оптических наблюдений. Определялись только прямые восхождения, так как точное определение склонений весьма затруднительно из-за широкой диаграммы антенны в вертикальной плоскости. Прямые восхождения определялись путем измерения звездного времени момента прохождения источников через максимум диаграммы направленности антенны. Спектральные плотности потоков определялись интегрированием кривых прохождения. В качестве эталонных источников служили Дева-А и Лебедь-А, абсолютные значения плотностей потоков которых принимались равными 310×10^{-26} вт/м²гц и 2246×10^{-26} вт/м²гц соответственно. Эти значения получены из интерполяции потоков, даваемых Харрисом и Робертсом для $\lambda = 31$ см в [4].

Наблюдения велись в меридиане. В настоящей статье приводятся результаты наблюдений источника Стрелец-А. Этот источник наблюдался с „ножевой“ диаграммой, полуширина которой была $13' \times 7''.5$ в горизонтальной и вертикальной плоскостях соответственно.

Стрелец-А на Большом пулковском радиотелескопе исследовался и ранее на близкой волне 33.3 см [5], но с приемником менее чувствительным.

Как видно из кривой прохождения (рис. 1), Стрелец-А обладает сложной структурой. Он состоит из трех накладываются друг на друга компонентов: из узкого яркого

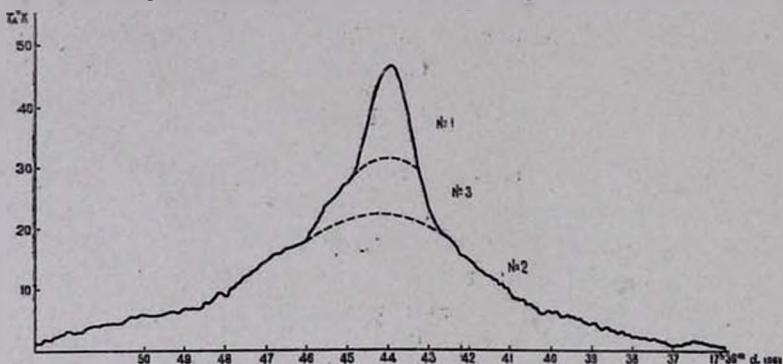


Рис. 1. Одна из кривых прохождения источника Стрелец-А (12.IV.61 г. $\tau \approx 3$ сек.)

Նկ. 1: Աղեղնափոր-ի աղբյուրի դիտարկման արդյունքները
(12.IV.61 թ. $\tau \approx 3$ վրկ.)

компонента с полушириной $3'$ (компонент № 1), из протяженного компонента № 2, расположенного симметрично относительно узкого компонента, и компонента № 3, который расположен асимметрично относительно компонентов № 1 и № 2.

§ 2. КОМПОНЕНТ № 1

Наиболее интересной деталью исследуемого источника является компонент № 1.

Прямое восхождение этого компонента на нашей волне оказалось равным $\alpha = 17^h 42^m 34^s \pm 1^s.5$ (1950.0), что все-

го на 10^4 отличается от координаты центра Галактики, принятой МАС в 1958 г., и практически не отличается от координаты узкой детали на других волнах [6, 7, 8, 9]. Компонент № 1 отождествляется с газовой составляющей ядра Галактики [5, 6]. Исходя из плоского спектра этого компонента в диапазоне волн 3—22 см, был сделан вывод о тепловом характере его радиоизлучения [6, 7]. Такой же вывод был сделан и в [5] на основании отношений потоков от компонентов № 1 и № 2 на волнах 3.2, 9.4 и 33.3 см.

В последнее время в связи с появлением работ Бурке и Файрора [9, 10] возникли сомнения в вопросе о механизме излучения компонента № 1 [11]. В самом деле, предполагая тепловой механизм излучения для этой детали по найденному угловому размеру и потоку в диапазоне 3—22 см, можно определить меру эмиссии компонента № 1 $ME = 2 \times 10^6 \text{ см}^{-6} \text{нс}$. При такой мере эмиссии вычисленная по формуле [15] оптическая толщина излучающего газа

$$\tau = 3.6 \cdot 10^3 T_e^{-1/2} \nu^{-2} ME$$

где ν — частота излучения в мГц, ME — мера эмиссии в $\text{см}^{-6} \text{нс}$, для $\lambda = 32.5 \text{ см}$ и при $T_e = 10^4 \text{ К}$ равна единице, а для $\lambda = 75 \text{ см}$ при $T_e = 10^4 \text{ К}$ равна пяти.

При оптической толщине $\tau = 5$, то есть на $\lambda = 75 \text{ см}$ деталь № 1 должна была бы излучать крайне слабо, а при соответствующих размерах диаграммы антенны она должна была быть видна в поглощении на фоне нетеплового излучения компонента № 2. Между тем по неоднократным наблюдениям Бурке и Файрора [9 и 10] на волне 75 см этот компонент не менее ярк, чем на более коротких волнах. Для объяснения этого несоответствия можно предположить, что [11]:

1. Кинетическая температура газа в ядре существенно выше 10^4 К .

2. Излучение ядра является либо комбинацией теплового и нетеплового составляющих, либо является нетепловым

Для реализации первой возможности требуется высокая концентрация звезд ранних спектральных классов, ультрафиолетовое излучение которых ионизует газ в ядре, или наличие другого механизма ионизации [11]. С целью внесения некоторой ясности в вопрос о механизме излучения ядра Галактики была определена спектральная плотность потока от компонента № 1 (в ходе этого определения принимались все меры, чтобы исключить систематические ошибки). Плотность потока оказалась равной $(370 \pm 40) \times 10^{-28} \text{ вт/м}^2 \text{Гц}$ (без учета поглощения в атмосфере), что существенно выше плотности потока, определенной для этого компонента на

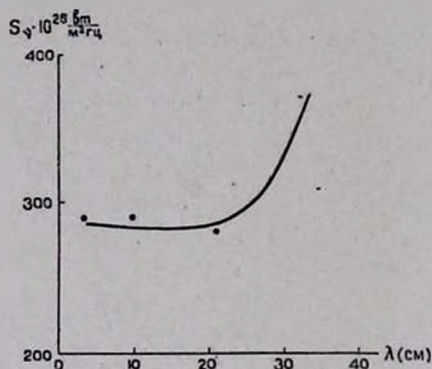


Рис. 2. Спектр радиоизлучения ядра Галактики

Fig. 2. The spectrum of radio emission from the nucleus of the Galaxy

волнах 3.2, 9.4 [12], 21 [7] и 22 см [8].

Из рис. 2 видно, что значение потока на волне 32.5 см совершенно не согласуется с механизмом чисто теплового излучения ядра. Таким образом, по-видимому, необходимость наличия высокой концентрации звезд ранних спектральных классов или другого механизма, ионизирующего газ с $T_e > 10^4 \text{ K}$ в ядре Галактики, для объяснения его радиоизлучения отпадает. Для интерпретации спектра, приведенного на рис. 2, можно предположить два механизма:

1. Радиоизлучение ядра является комбинацией тепловой и нетепловой составляющих. На волнах длиннее 22 см начинает доминировать нетепловая составляющая.

2. Радиоизлучение ядра носит нетепловой характер и обладает спектром, приведенным на рис. 2.

Для решения этой альтернативы крайне необходимы как поляризационные наблюдения, так и определения потоков для волн длиннее 30 см. Необходимо также наблюдение ядра на метровых волнах с узкими диаграммами, так как если имеет место первый механизм, то при таких наблюдениях можно ожидать эффекта поглощения нетеплового излучения компонента № 2.

§ 3. КОМПОНЕНТ № 2

Протяженный компонент № 2 расположен почти совершенно симметрично относительно ядра. Этот факт указывает на физическую связь компонента № 2 с ядром Галактики. Спектральная плотность потока от этой детали на нашей волне приблизительно равна 4000×10^{-26} вт/м²Гц, что согласуется с общепринятым для него нетепловым механизмом излучения. Связь этой детали с ядром следует и из энергетических соображений.

Согласно расчетам Барбиджа [13] и Парийского [11], энергия релятивистских частиц и магнитного поля, заключенных в компоненте № 2, на несколько порядков больше, чем у других наиболее мощных галактических источников. Источник столь исключительной мощности и симметрично расположенный относительно ядра, несомненно, связан с ним.

§ 4. КОМПОНЕНТ № 3

Эта деталь расположена асимметрично относительно компонента № 1 (рис. 1). Его излучение, по всей вероятности, носит тепловой характер. Это следует из сравнения записей прохождения области центра Галактики на волнах 3.2 и 9.4 см [6] и на нашей волне. На волнах 3.2 и 9.4 см эта деталь много ярче, чем на волне 32.5 см. Излучение компонента № 3, по-видимому, обусловлено газовыми туманностями, находящимися между Солнцем и центром Галактики. „Пояс“ Дрейка [14], интерпретированный им как нетепловой рукав Галактики, на наших записях не виден, что

противоречит предположению Дрейка о нетепловом характере его радиоизлучения (см. также [9, 10]).

§ 5. МОДЕЛЬ ИСТОЧНИКА В ЦЕНТРЕ ГАЛАКТИКИ

Нам кажется, что модель источника Стрелец-А, построенная Вестерхаутом [15], Парийским [6] и другими авторами, в основном верна, но нуждается в некоторых изменениях.

В области центра имеем нетепловой источник симметричной формы с диаметром примерно 300 пс (компонент № 2), который является уникальным объектом в Галактике, так как энергия космических частиц и магнитного поля, заключенных в нем, на несколько порядков выше, чем у самых мощных галактических источников. В центре этого источника погружен яркий, компактный источник (компонент № 1) гораздо меньшего размера, который совпадает с газовой составляющей ядра Галактики и имеет аномальный спектр. О природе этого источника в настоящее время трудно сказать что-либо определенное.

Компонент № 1 и окружающий его компонент № 2 физически связаны, но характер этой связи пока неизвестен. Между Солнцем и этими компонентами находятся газовые туманности, которые на метровых волнах производят поглощение излучения компонентов № 1 и 2.

Настоящая работа выполнена в Главной астрономической обсерватории АН СССР.

Автор признателен В. Я. Гольневу за помощь в наблюдениях.

Институт радиофизики и электроники
АН АрмССР

Վ. Հ. ՄԱՐԿՈՒՄՅԱՆ

ԱՂԵՂՆԱՎՈՐ-Ա ՌԱԴԻՈԱՂՔՅՈՒՐԻ ԴԻՏՄԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ
32.5 սմ ԱՆԲՈՒՄ՝ ՄԵՍ ԼՈՒՄԻԶ ՈՒԺՈՎ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Աղեղնավոր-Ա ռադիոաղբյուրը դիտվել է ՍՍՌՄ Դիտու-
թյունների ակադեմիայի Գուգիովոյի աստղադիտարանի Մեծ, ռա-

գիտհեռագրիտակի օգնությամբ: Անտենայի ուղղվածության դիա-
գրամային չափերը եղել են 13' հորիզոնական և 7.5 ուղղաձիգ
հարթություններում: Դիտումները կատարվել են միջօրեականի
հարթությունում:

Դրանցումները ցույց են տալիս, որ Աղեղնավոր-A աղբյուրը
ունի բարդ կառուցվածք: Նա կազմված է 3 բաղադրիչներից:
Բաղադրիչ Ա՝ 1-ը ունի 3' անկյունային չափ և համընկնում է
Դալասիտիկայի կորիզի հետ, այս բաղադրիչի սպեկտրը կամ ոչ
ջերմային է, կամ հանդիսանում է ջերմայինի և ոչ ջերմայինի
կոմբինացիա: Բաղադրիչ Ա՝ 2-ը լայնատարած է և սխևտրիկ բա-
ղադրիչ Ա՝ 1-ի նկատմամբ:

Այս բաղադրիչը ճառագայթում է ոչ ջերմային միումանիդմի
օգնությամբ, նրանում գտնվող ռևոլյուցիոնարական մասնիկների և
մագնիսական դաշտի էներգիան շատ ավելի մեծ է, քան ուրիշ ամե-
նահզոր գալակտիկական աղբյուրների մոտ: Այս դասուրը և Ա՝ 2
բաղադրիչի սխևտրիկ լինելը Ա՝ 1 բաղադրիչի նկատմամբ հիմք
են տալիս ենթադրելու, որ այս երկու բաղադրիչները ֆիզիկապես
կապված են միմյանց հետ: Ա՝ 3 բաղադրիչը նույնացվում է Արի-
դակի և Դալասիտիկայի կենտրոնի միջև գտնվող դիֆուզ միդսմա-
ծությունների հետ: Այս բաղադրիչի ճառագայթման սպեկտրը
ջերմային է:

V. H. MALUMYAN

RESULTS OF OBSERVATIONS OF RADIO SOURCE SAGITARIUS-A AT WAVE LENGTH 32.5 *cm* WITH HIGH RESOLUTION POWER

S u m m a r y

The Pulkovo Large radio telescope has been used at
wave length 32.5 *cm* for observations of radio source Sgr-A.

Sizes of directional diagram are: 13 minute of arc in the
horizontal plane and 7.5 degrees of arc in the vertical plane.

Observation have been made in the meridian plane. Re-
cords show that Sgr-A has complicated structure. It consists of
three components. Component № 1 has angular size 3 minutes
of arc and coincides with galactic nucleus, the spectrum of this
component is either nonthermal, or it is the combination of ther-

mal and nonthermal components. Component № 2 is symmetric relative to the component № 1 and has nonthermal spectrum.

The total energy of relativistic particles and of magnetic field in this component is far greater than that in the other most powerful galactic sources. This fact and the symmetry of component № 2 relative the galactic nucleus gives us ground to assume that these two components are physically connected.

Component № 3 is identified with gaseous nebulae, which are present between Sun and galactic nucleus. This component has thermal spectrum.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. С. Э. Хайкин, Н. Л. Кайдановский, Приборы и техника эксперимента, **2**, 19, 1959.
2. С. Э. Хайкин, Н. Л. Кайдановский, Н. А. Есепкина, О. Н. Шиврис, Известия ГАО, **21**, № 164, стр. 3, 1960.
3. В. Я. Гольнев, Н. Л. Кайдановский, В. Г. Малумян, Известия вузов. Радиофизика, **5**, 805, 1962.
4. D. E. Harris and J. A. Roberts, P.A.S.P., **72**, 427, 1960.
5. В. Г. Малумян, Доклады АН СССР, **129**, 5, 1959.
6. Ю. Н. Парийский, Известия ГАО, **21**, № 164, стр. 45, 1960.
7. F. Biroud, J. Lequeux, E. Le Roux, Observatory, **80**, 916, 1960.
8. R. Davis, R. Jennison, Observatory, **80**, 915, 1960.
9. B. F. Burke, J. W. Firor, A. J. **84**, 325, 1959.
10. B. F. Burke, J. W. Firor, A. J. **88**, 9, 1961.
11. Ю. Н. Парийский, Астрономический журнал, **38**, 2, 1961.
12. Ю. Н. Парийский, Частное сообщение. 1961.
13. Г. Р. Барбидж, Радиоастрономия. Изд. иностранной литературы. Москва, 1961, стр. 527.
14. F. D. Drake, Annual reports National Radio Observatory. July, 1959.
15. G. Westerhout, B.A.N. **14**, 215, 1958.