

УДК 523.164

АСТРОФИЗИКА

Ю. К. Мелик-Алавердян

К вопросу об эволюции радиогалактик

(Представлено академиком В. А. Амбарцумяном 4/XI 1968)

Одной из форм проявления космогонической активности галактических ядер является образование радиогалактик. Существующие данные заставляют думать, что ядро галактики выбрасывает одно или несколько сгустков дозвездного вещества, которые превращаются в наблюдаемые источники радиоизлучения—облака релятивистских частиц и магнитных полей ⁽¹⁾. Вопрос о продолжительности стадии распада дозвездного вещества в радиоизлучающем облаке, как и другие вопросы, связанные со свойствами дозвездных тел, должен быть решен путем анализа наблюдательных данных.

В связи с этим представляет интерес определение зависимости наблюдаемых свойств радиогалактик от времени, например, времени, прошедшего с момента выброса из ядра дозвездного вещества. Наблюдаемым параметром, связанным, по-видимому, определенным образом ⁽²⁾ с этим временным интервалом, является расстояние между центром радиоизлучающего облака и ядром радиогалактики. В настоящей работе рассматривается задача получить на основе имеющихся наблюдательных данных некоторую статистическую зависимость мощности радиоизлучения радиоисточника от расстояния его центра до ядра радиогалактики.

1. *Наблюдательные данные.* Наблюдаемые радиоизофоты протяженных радиоисточников, а также оценки мощности их радиоизлучения на частоте 1407 мггц приводятся в ⁽³⁾. Расстояния r между ядром радиогалактики и центром радиоизлучающего облака по радиоизофотам ⁽⁴⁾ вычислены в ⁽²⁾.

2. *Учет наблюдательной селекции.* Среднее значение некоторой степени m мощности радиоизлучения F галактик с данным r , находящихся в некотором шаровом слое, заключенном между расстояниями R_1 и R_2 , вычисляется по формуле:

$$\bar{F}^m = \frac{\int_{F_{\min}}^{F_0} F^m n(F, r) \left[\left(\frac{F}{S} \right)^{3/2} - R_1^3 \right] dF + \int_{F_0}^{F_{\max}} F^m n(F, r) [R_2^3 - R_1^3] dF}{\int_{F_{\min}}^{F_0} n(F, r) \left[\left(\frac{F}{S} \right)^{3/2} - R_1^3 \right] dF + \int_{F_0}^{F_{\max}} n(F, r) [R_2^3 - R_1^3] dF}, \quad (1)$$

где $n(F, r)$ — функция радиосветимости радиогалактик, которую примем в форме:

$$n(F, r) = n(r) n(F) \quad (2)$$

причем $n(r)$, очевидно, удовлетворяет условию нормировки

$$\int_0^{r_{\max}} n(r) dr = 1 \quad (3)$$

$n(F)$ примем, согласно (4)

$$n(F) \sim F^{-2,25} \quad (4)$$

Нижний предел интегрирования в (1):

$$F_{\min} = SR_1^2, \quad (5)$$

где S — предельное нижнее значение спектральной плотности потока радиоизлучения, определяемое в соответствии с чувствительностью наблюдений условием полноты списка радиоисточников. Далее, $F_0 = SR_2^2$. Верхний предел F_{\max} , вообще говоря, может зависеть от r .

Положим, $m = 1,25$. Тогда из (1) с учетом (4) и после некоторых упрощений получим:

$$\overline{F}^{1,25} = a(S) + b(S) \lg F_{\max}, \quad (6)$$

где

$$b(S) = \frac{(R_2^3 - R_1^3) \ln 10}{4,8 (\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1})} S^{1,25} \quad (7)$$

и $a(S)$, с точностью до несущественной постоянной

$$a(S) = \frac{(R_2^3 - R_1^3) \ln 10}{4,8 (\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1})} S^{1,25} \lg S. \quad (8)$$

Значение S нижнего предела наблюдаемого радиопотока определяется следующими условиями:

Прежде всего, примем, что $S \geq 1,0 \cdot 10^{-26}$ *вт/м² гц*.

Далее, будем считать наблюдаемыми все те радиоисточники, поверхностная яркость которых превышает 50% яркости метagalактического радиофона

$$\frac{6F}{\pi l^2} \geq 0,5 I_{1407}. \quad (9)$$

Размеры радиоисточника $l \sim 2r$. Яркость метagalактического фона на частоте 1407 *мгц*. вычислим по формуле

$$I_{1407} = \frac{2kT_{178}}{c^2} \frac{(178 \cdot 10^6)^{2+\alpha}}{(1407 \cdot 10^6)^\alpha}, \quad (10)$$

где α — спектральный индекс фонового метagalактического радиоизлучения, равный 0,8. T_{178} — яркостная температура метagalактического фона на частоте 178 *мгц*, составляющая, согласно (5), 30°К.

Подставив в (9) значение $F = S\overline{R}^2$, где \overline{R} — некоторое среднее расстояние, принятое равным 500 *Мпс*, получим:

$$S \geq \frac{I_{1407}}{R^2} r^2. \quad (11)$$

Наконец, для тех радиисточников, которые не уместятся в диаграмме направленности радиотелескопа, необходимо предельный поток, равный $1,0 \cdot 10^{-26}$ *вт/м² гц*, увеличить во столько раз, во сколько раз угловые размеры радиисточника больше ширины диаграммы направленности радиотелескопа.

$$S \geq \frac{1}{23'' \sin 1'' R} r. \quad (12)$$

3. Результаты. Полученный для ряда значений интервалов расстояний r полный список радиогалактик с потоком радионизлучения больше S дает возможность получить зависимость от r среднего значения $F^{1,25}$, а следовательно, по приведенным выше формулам, и F_{\max} . Полученная зависимость F_{\max} от r представлена на рис. 1. На нем

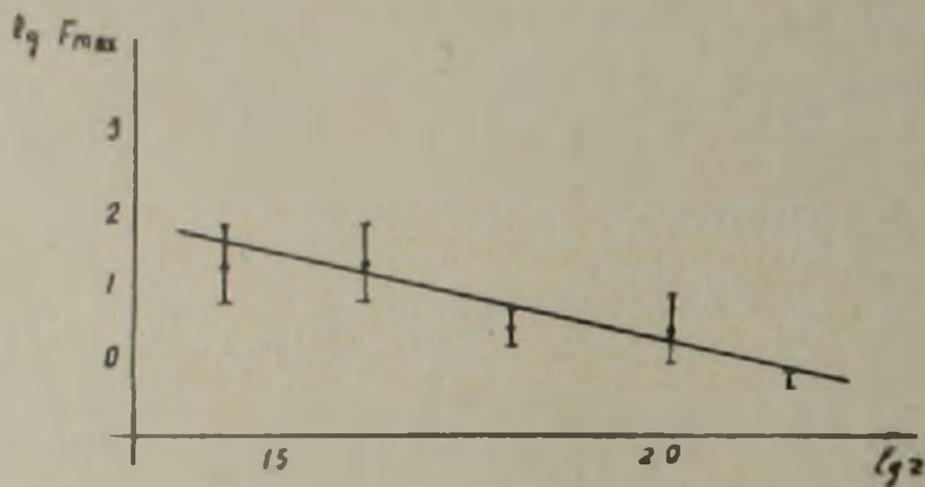


Рис. 1

длина каждого вертикального отрезка представляет среднюю квадратичную ошибку каждого значения F .

Полученные в настоящей работе результаты находятся в хорошем соответствии с простой схемой эволюции радиогалактик, предложенной в (2). Действительно, при адиабатическом расширении радионизлучающего облака, мощность радионизлучения F убывает с увеличением линейного размера l следующим образом (6):

$$F \sim l^{-2,1}. \quad (13)$$

Соответствующая зависимость l от r получена в (2):

$$l \sim r^{0,4}. \quad (14)$$

Полагая $\gamma = 2,6$ и используя формулы (13) и (14) получим:

$$F \sim r^{-2,1}. \quad (15)$$

Эта зависимость приводится на рис. 1 в виде прямой линии. Таким образом, наблюдательные данные не противоречат сделанным двум предположениям: адиабатичности расширения облака и постоянства скорости движения.

В заключение приношу благодарность академику В. А. Амбарцумяну за руководство.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
Академии наук Армянской ССР

Ռադիոգալակտիկաների էվոլյուցիայի հարցի մասին

Դիտողական սվյալների հիման վրա (3) որոշվում է ռադիոաղբյուրների ռադիոճառագայթման հզորության կախումը ռադիոգալակտիկայի միջուկի հեռավորությունից: Ցույց է տրվում, որ այդ կախումը համապատասխանում է (2) աշխատությունում կատարված ռադիոգալակտիկայի ադիարատիկ լայնացման և կենտրոնի շարժման արագության հաստատուն լինելու ենթադրություններին:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

- ¹ В. А. Амбарцумян, Проблемы эволюции Вселенной, Изд. АН АрмССР, Ереван, 1966. ² Р. А. Варданян, Ю. К. Мелик-Алавердян, „Астрофизика“, т. 4, № 4 (1968). ³ G. Macdonald, S. Kenderdine and Ann. Neville M. N. 138, 3 (1968). ⁴ Ю. К. Мелик-Алавердян, ДАН АрмССР, т. 46, № 5 (1968). ⁵ А. Н. Bridle M. N. 136, 2 (1967). ⁶ И. С. Шкловский, А. Ж., 37, 256 (1960).