

МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ РАДИОГАЛАКТИК MAGNETIC FIELDS OF RADIOGALAXIES

Р. Р. АНДРЕАСЯН

Бюраканская астрофизическая обсерватория

Резюме. Рассмотрен механизм образования радиогалактик в рамках космогонической концепции Амбарцумяна. Предполагается, что радиогалактики образуются из облаков заряженных релятивистских частиц, выброшенных из ядра родительской оптической галактики, и движущихся в его дипольном магнитном поле. В зависимости от отношения плотности кинетической энергии плазмы к плотности энергии магнитного поля будут образовываться радиогалактики разных (I и II) морфологических типов. Окажется, что при сделанном предположении направления радиоосей радиогалактик I типа должны примерно совпадать с направлениями малых осей отождествленных с ними оптических галактик. Для радиогалактик же II типа эти направления должны быть примерно перпендикулярны друг другу. Эти выводы подтверждаются с помощью наблюдательных данных для 158 радиосточников, отождествленных с эллиптическими галактиками.

Abstract. The mechanism of the formation of radiogalaxies in frames of Ambartsumian's cosmogonical conception is discussed. The formation of the radiogalaxies due to the ejection of relativistic particles cloud from the nucleus of the parent galaxy and moving in the dipole magnetic field of the galaxy is proposed. The formation of radiogalaxies of the different morphological types (I and II) will take place due to the ratio of kinetic energy of the plasma and magnetic energy densities. It appears that by this assumption radioaxes the radiogalaxies of the I type and optical minor axes of their optical counterparts must correlate. These axes must be approximately perpendicular to each other for the II-type radiogalaxies. These conclusions are testified by the observational data on 158 radiosources identified with the elliptical galaxies.

Большинство космических объектов имеют магнитные поля. Некоторые из этих полей в первом приближении можно считать дипольными. Анализ наблюдательных данных о мерах вращений пульсаров и внегалактических радиосточников показал, что магнитное поле нашей Галактики, вероятно, тоже является определенным образом деформированным полем диполя [1]. В работах [2, 3] рассматривается гипотеза о том, что наблюдаемые в настоящее время магнитные поля космических объектов являются остатками дипольного поля суперядра. В частности, в [2] для магнитного момента галактик получена формула.

$$\mu = 10^{-11} \left(\frac{m}{m_p} \right)^{3/2} \text{ Гс} \cdot \text{см}^3, \quad (1)$$

где m — масса галактики, а m_p — масса протона.

В настоящей работе обсуждается механизм образования радиогалактик в рамках космогонической концепции Амбарцумяна [4] и на наблюдательном материале проверяются вытекающие из него некото-

рые выводы. Предполагается, что радиогалактики обладают дипольными магнитными моментами, которые определяются формулой (1), а радиокомпоненты образуются из облаков заряженных релятивистских частиц, выброшенных из родительской оптической галактики, и движущихся в дипольном магнитном поле.

Надо отметить, что для образования радиогалактик с линейными размерами примерно 100 кпс. необходимо, чтобы магнитный момент галактики был порядка 10^{84} Гс. см³, что по формуле (1) соответствует массе галактики $\sim 10^{13} M_{\odot}$. Такими массами обладают гигантские эллиптические галактики, с которыми и обычно отождествляются протяженные радиогалактики. Отметим, что в дальнейшем речь пойдет только о протяженных радиогалактиках, размеры которых находятся в пределах от нескольких десятков до нескольких сот килопарсеков.

В предложенном выше механизме образования радиогалактик в зависимости от отношения плотности кинетической энергии плазмы к плотности энергии магнитного поля, будут образовываться радиогалактики разных морфологических типов.

Когда это отношение больше единицы, облака заряженных частиц расширяясь удаляются от оптической галактики на большие расстояния увлекая с собой силовые линии магнитного поля галактики. Эти объекты условимся классифицировать как радиогалактики I типа. Поскольку предполагается, что магнитная ось примерно совпадает с осью вращения (малой осью) галактики, а выброс облака совершается в направлении магнитной оси, то можно ожидать, что направления больших осей радиоизображений должны быть близки к направлениям малых осей оптических изображений галактик. Другими словами, для радиогалактик I типа относительный угол между большими осями радио и оптических изображений должен быть близок к 90° .

Для тех радиогалактик, у которых отношение плотностей энергий меньше единицы (их будем относить ко II типу) заряженные частицы, двигаясь по силовым линиям дипольного магнитного поля галактики окажутся в магнитной ловушке. Эти частицы будут совершать колебания между некоторыми точками (точками отражения магнитного зеркала) и дрейфовать по направлению, перпендикулярному силовым линиям. В результате этого облако заряженных частиц совершает колебания у плоскости диполя (как это бывает в радиационных поясах Земли) и непрерывным образом заполняет некоторый объем, получающийся вращением силовой линии магнитного поля вокруг оси диполя. Следовательно для радиогалактик II типа следует ожидать, что относительный угол между большими осями радио и оптических изображений должен быть близок к 0° .

Таким образом оказывается, что распределение углов между осями радио и оптических изображений для радиогалактик I и II типов должно быть совершенно разным. Для проверки этого вывода были использованы данные для 158 радиоисточников, отождествленных с эллиптическими галактиками ярче 17^m . Из них для 106 галактик оптические позиционные углы найдены другими авторами [5, 6], а для остальных 52 объектов эти углы определялись нами на картах Паломарского атласа. Для определения позиционных углов радиоосей и типа радиогалактик использовались опубликованные в литературе карты радиоизотопов (см. литературные ссылки работы [8]). Тип радиогалактики определяется следующим образом. Так как радиокомпоненты радиогалактик I типа бесконечно удаляются от родительской галактики, то отношение большой оси к малой у радиогалактик I типа в среднем должно быть больше, чем у радиогалактик II типа, для которых ра-

диползлучающие облака релятивистских частиц находятся внутри области, получаемой вращением силовой линии магнитного поля вокруг оси диполя. Из сказанного следует, что для радиогалактик II типа максимальное отношение большой оси радиозлучающей области к малой оси можно получить из уравнения силовой линии дипольного магнитного поля. Это отношение близко к 2,5. Исходя из этого можно считать, что если отношение большой оси радиогалактик к малой оси больше 2,5, радиогалактика относится к I типу, если же это отношение меньше 2,5, радиогалактику можно отнести ко II типу.

На рис. 1 приведены графики распределения углов между большими осями радио и оптических изображений для радиогалактик I и II типов соответственно.

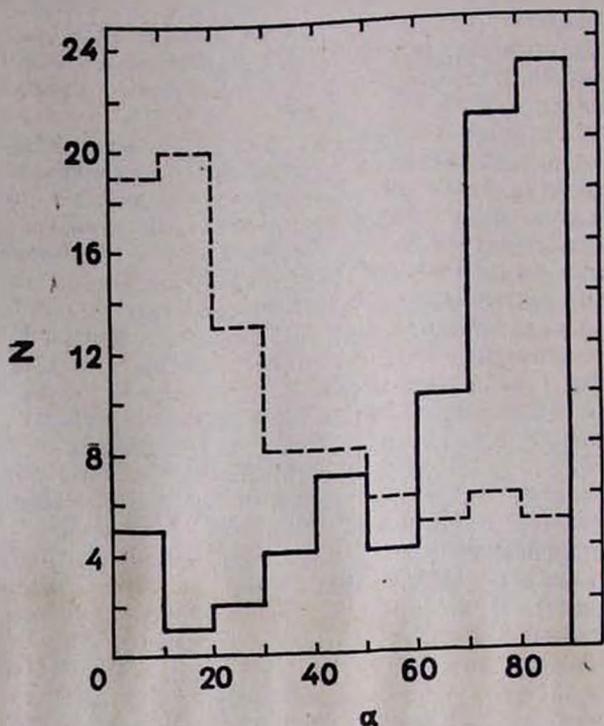


Рис. 1. Распределения углов между большими осями радио и оптических изображений для радиогалактик I (сплошная кривая) и II (пунктир) типов.

Из рис. 1 видно, как и ожидалось, что для радиогалактик I типа большие оси радиоизображений хорошо коррелируют с малыми осями оптических изображений, а для радиогалактик II типа хорошо коррелируют большие оси радио и оптических изображений.

Следует отметить, что при использовании численного критерия отличающегося от 2,5 для разделения радиогалактик на I и II типы оба графика сильно искажаются, и на каждом графике уже появляются 2 максимума.

Отметим, наконец, что попытки найти относительные ориентации больших осей радио и оптических изображений эллиптических галактик были сделаны во многих работах [5—7]. В частности, в работе

[7], путем сравнения позиционных углов радио и оптических осей 78 радиогалактик получено, что их радиооси направлены преимущественно по малым осям эллиптических галактик. Однако есть много исключений. Кроме того оказывается, что совпадение направлений радиоосей с малыми осями галактик лучше проявляется для тех радиогалактик, которые имеют размеры $d \geq 250$ кпс. Этот результат аналогичен полученному нами результату, поскольку среди радиогалактик с размерами больших осей $d \geq 250$ кпс много радиогалактик I типа. Однако, так как в работах [5—7] не проводилось разделение радиогалактик на I и II типы, полученные в них результаты плохо согласуются друг с другом.

Таким образом, становится ясно, что разделение радиогалактик на I и II типы по введенному выше нами критерию имеет физический смысл, и поскольку в основе этого критерия лежит предположение о дипольном характере магнитного поля радиогалактик, то полученные нами результаты можно рассматривать как косвенное свидетельство в пользу этого предположения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Р. Андреасян, *Астрофизика*, 18, 255, 1982.
2. Р. М. Мурадян, *Астрофизика*, 14, 439, 1978.
3. И. Н. Минин, *Астрофизика*, 15, 121, 1979.
4. В. А. Амбарцумян, *Научные труды, Изд. АН АрмССР, Ереван*, т. 2, 1960.
5. B. N. G. Guthrie, *Astrophys. Space Sci.*, 70, 211, 1980.
6. M. J. Valtonen, *Astrophys. Space Sci.*, 90, 207, 1983.
7. J. J. Palmaka, A. H. Bridle, E. B. Fomalont, G. W. Bradle, *Astrophys. J.*, 231, L7, 1979.
8. Р. Р. Андреасян, *Астрофизика*, 20, 1984, в печати.