АСТРОФИЗИКА

ТОМ 23 АВГУСТ, 1985 ВЫПУСК 1

УДК: 524.64—337

ОБ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ОРИЕНТАЦИЯХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И БОЛЬШИХ ОСЕЙ РАДИОГАЛАКТИК

Р. Р. АНДРЕАСЯН

Поступила 16 января 1985
Принята к печати 8 мая 1985

На основе статистического анализа наблюдательных данных 97 объектов получено, что в более вытянутых радиогалактиках (отношение размеров больших и малых осей больше 2.5) направление усредненного по поверхности радиоизображения магнитного поля почти параллельно направлению большой оси радиоизображения, а в менее вытянутых радиогалактиках (отношение размеров больших и малых осей меньше 2.5) эти направления составляют большие углы, близкие к 90°. На основе наблюдательных данных 36 объектов также показано, что более вытянутые радиогалактики обладают более большими радиосветимостями, чем менее вытянутые. Эти результаты находятся в хорошем согласии с выводами работы [1].

1. *Введение*. В работах [1, 2] было предположено, что, согласно космогонической концепции Амбарцумяна [3], радиогалактики образуются из облаков заряженных релятивистских частиц, выброшенных из ядра оптической галактики. Предполагается также, что оптические галактики обладают дипольными магнитными моментами [4], оси которых примерно совпадают с осью вращения галактики, а облака заряженных частиц выбрасываются из ядра галактики по направлению оси диполя. Было показано, что в зависимости от значения отношения плотности кинетической энергии в облаке релятивистских частиц к плотности энергии магнитного поля образуются радиогалактики разного морфологического типа (I и II типов). В работе [2] был предложен критерий (критерий 2.5), по которому, используя карты радиоизофот радиогалактик, можно отделить I тип радиогалактик от II типа, а именно, если отношение размера большой оси радиогалактики к размеру малой оси больше 2.5, то радиогалактика относилась к I типу, а если это отношение меньше 2.5, то радиогалактика относилась ко II типу. В работе [1] было показано, что для радиогалактик I типа, большая ось которых примерно совпадает с осью диполя, углы между направлениями магнитных полей и больших осей радиогалактик должны быть близки к нулю. Для радиогалактик же II типа, радиоизлу-

чающие облака которых находятся внутри некоторой области, ограниченной поверхностью, полученной вращением силовых линий дипольного магнитного поля вокруг оси диполя, картина совершенно другая. Если ось диполя перпендикулярна к лучу зрения, то в радиогалактиках II типа наблюдаемое магнитное поле должно иметь форму диполя. Именно такая картина для магнитного поля наблюдается в радиогалактике II типа 3C 310 [5], для которой отношение размеров большой оси к малой меньше 2.5 (207 кпс : 88 кпс). Если же ось диполя составляет с лучом зрения некоторый угол, отличающийся от 90°, то картина усложняется. Однако во всех случаях вблизи экваториальной плоскости диполя силовые линии магнитного поля почти перпендикулярны этой плоскости. Это означает, что в этих участках магнитное поле почти перпендикулярно направлению вытянутости радиогалактики. Следовательно можно ожидать, что усредненные (по всей поверхности радиоизображения) направления магнитных полей в радиогалактиках II типа могут составить довольно большие углы α с направлениями вытянутости радиогалактик. Другими словами можно сказать, что в распределении числа радиогалактик II типа по этим углам α следует ожидать максимума около больших значений α.

2. *Цель настоящей работы* — проверить вышеупомянутые выводы на основе наблюдательного материала. В работе использованы данные 97 объектов, для которых типы радиогалактик определялись нами по опубликованным картам радиоизофот, с использованием вышеупомянутого критерия (критерий 2.5), а относительные углы $|\alpha|$ между направлениями магнитных полей и больших осей радиогалактик определены другими авторами и взяты из работы [6]. В табл. 1 приведены значения $|\alpha|$, типы радиогалактик и ссылки на литературу, использованную для определения типов этих 97 радиогалактик.

На основе наблюдательных данных, приведенных в табл. 1, были построены графики распределения числа объектов в зависимости от углов α между усредненными направлениями магнитных полей и направлениями больших осей радиогалактик отдельно для радиогалактик I и II типов, которые приведены соответственно на рисунках 1a и 1b. На рис. 2 приведен такой же график, для построения которого использовались все данные, независимо от типов радиогалактик. Как видно из рис. 1a и 1b, распределения радиогалактик I и II типов по относительным углам совершенно разные. Как и ожидалось, для радиогалактик I типа наблюдается четкий максимум у значения $\alpha \approx 0°$, а для радиогалактик II типа максимум распределения находится вблизи больших значений α. На рис. 2, для построения которого использовались все данные, независимо от типа радиогалактик, наблюдается только один максимум у значения $\alpha \approx 0°$, хотя есть много объектов с большими значениями α. Таким образом выяснилось, что раз-

Таблица 1

Объект	|a|	Тип	Литература	Объект	|a|	Тип	Литература
1	2	3	4	1	2	3	4
9013+79	26	I	[17, 19]	0854+34	28	I	[22]
0031+39	64	II	[17]	0855+14	9	I	[18]
0040+51	45	I	[19, 24]	0903+16	25	I	[18]
0106+13	14	I	[17]	0905+38	6	II	[18]
0107+31	10	II	[17]	0936+36	7	I	[16, 18]
0114—47	58	II	[21]	0938+39	34	I	[16, 18]
0123+32	29	I	[18]	0958+29	17	I	[17]
0125+28	30	I	[18]	1030+58	29	I	[17]
0132+37	20	I	[17]	1108+35	72	II	[17]
0133+20	80	II	[17, 19]	1111+40	16	II	[24]
0154+28	7	I	[17, 24]	1142+31	9	I	[18]
0210+86	52	I	[17, 19]	1157+73	18	I	[17, 19]
0211+34	32	I	[22]	1158+31	16	I	[17]
0220+39	20	II	[18]	1206+44	85	II	[24]
0229+34	8	I	[18]	1232+21	4	I	[17]
0229+35	11	II	[16]	1251+15	28	II	[18]
0241+29	26	I	[22]	1251+27	74	II	[18, 19]
0300+16	84	II	[17]	1253+37	12	I	[23]
0307+16	6	II	[17]	1254+47	43	I	[24]
0336—35	89	II	[21]	1257+38	13	I	[22]
0349+26	9	I	[22]	1258+40	1	I	[24]
0349—27	13	II	[20]	1301+38	22	I	[14, 16]
0410+11	13	I	[17, 19]	1308+27	2	I	[17]
0415+37	9	I	[18]	1350+31	26	II	[18, 19]
0427—53	51	II	[21]	1358—11	83	II	[21]
0453+22	24	I	[18]	1409+52	85	I	[24]
0459+25	62	II	[18]	1420+19	59	II	[17]
0511—30	39	I	[20, 21]	1441+52	33	II	[18, 19]
0518—45	90	II	[21]	1529+35	44	II	[16, 18]
0634—20	8	I	[21]	1545+21	30	I	[17, 19]
0659+25	46	I	[18]	1556—21	71	II	[20, 21]
0733+70	18	I	[24]	1602—63	41	II	[21]
0802+24	89	II	[18]	1609+66	50	II	[17]
0819—30	35	I	[20]	1610—60	68	II	[21]
0833+65	75	II	[18]	1615+32	32	I	[16, 19]
0835+58	30	II	[18]	1618+17	10	I	[17]
0840+29	42	I	[22]	1622+23	15	I	[18]

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4	1	2	3	4
1626+39	5	I	[15, 17]	2058−28	0	I	[20]
1634+26	57	II	[22]	2104−25	81	II	[20, 21]
1658+47	12	I	[17, 24]	2104+76	2	I	[19]
1704+61	71	II	[18]	2141+27	80	I	[17]
1726+31	29	I	[16, 17]	2145+15	30	I	[18]
1733−56	7	II	[21]	2153+37	43	II	[18, 19]
1825+74	50	II	[17]	2203+29	66	II	[18]
1832+47	24	I	[17, 19]	2239+33	16	I	[16]
1842+45	27	I	[19]	2318+23	20	I	[24]
1845+79	26	I	[17]	2356−61	25	II	[21]
1939+60	52	II	[18, 19]	2356+27	12	I	[22]
2040−26	90	I	[20]				

деление на I и II типы дает возможность выявить второй максимум распределения у больших значений α для радиогалактик II типа. Полученный результат является хорошим свидетельством в пользу сделанного нами в начале статьи вывода о разном поведении относительных углов α для радиогалактик I и II типов.

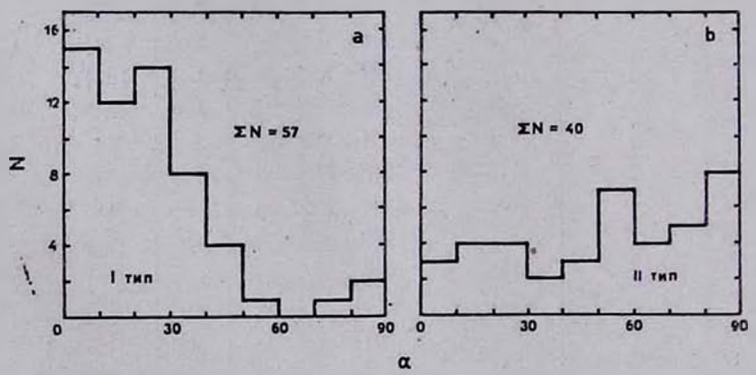

Рис. 1. Распределение числа объектов в зависимости от угла между усредненным направлением магнитного поля и направлением большой оси радиогалактики: а) радиогалактики первого типа, б) радиогалактики второго типа.

3. *Отметим, что вопрос о корреляции* между направлениями магнитных полей и больших осей радиогалактик занимает важное место в исследовании задач об образовании и эволюции радиогалактик. Поэтому выяснению этого вопроса посвящены многие работы теоретического и наблюдательного характера (см., например, [7—11]). В частности, в [11] на основе статистического анализа наблюдательных данных 93 радиогалактик

и квазаров было получено, что для радиоисточников высокой радиосветимости и квазаров направление магнитного поля хорошо коррелирует с направлением большой оси радиоизображений, а для радиоисточников малой радиосветимости существует корреляция между направлениями магнитных полей и малых осей радиоизображений. Для того, чтобы результаты, полученные в работе [11], точностью совпали с результатами, полученными в настоящей работе, достаточно принять, что радиогалактики I типа обладали в среднем большей радиосветимостью, чем радиогалактики II типа. В работе [1] было показано, что, действительно, такую корреляцию следует ожидать, поскольку при одинаковых в среднем магнитных моментах родительских галактик радиогалактики I типа образуются из плазменных облаков с бо́льшими плотностями энергии в плазме, чем радиогалактики второго типа.

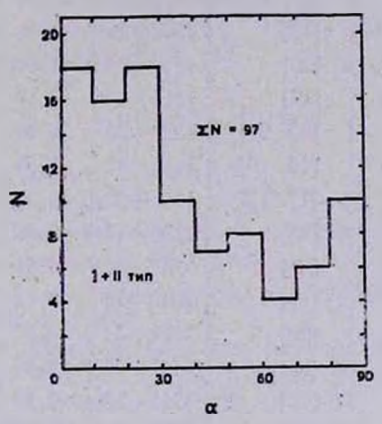

Рис. 2. Распределение числа объектов в зависимости от угла между усредненным направлением магнитного поля и направлением большой оси радиогалактики независимо от типа.

Вопрос о корреляции между радиосветимостью и типом радиогалактики исследовался нами также на основе наблюдательного материала. Для этой цели был использован наблюдательный материал из работы [12], который был анализирован в вышеупомянутой работе [11]. В работе [12] приведены значения интегральных светимостей L_R для 43 радиогалактик. Для 36 из этих объектов возможно было определить тип радиогалактики с помощью критерия 2.5. Наблюдательные данные и литературные ссылки для этих 36 объектов приведены в табл. 2.

Оказалось, что среди 36 использованных нами объектов есть 14 радиогалактик I типа и 22 радиогалактики II типа. Если разделить радиогалактики по их светимости на две группы ($L_R > 0.6 \cdot 10^{43}$ эрг/с и $L_R < 0.6 \cdot 10^{43}$ эрг/с), то оказывается, что из 14 радиогалактик I типа

11 объектов попадают в группу радиогалактик больших радиосветимостей и только 3 — в группу радиогалактик малых радиосветимостей, а из 22 радиогалактик II типа — 6 объектов попадают в группу радиогалактик больших радиосветимостей и 16 — в группу радиогалактик малых радиосветимостей. Таким образом, мы показали, что результат, полученный в работе [11], действительно соответствует выводам настоящей работы, поскольку радиогалактики I типа являются также радиогалактиками большой радиосветимости, а радиогалактики II типа — радиогалактиками малой радиосветимости.

Таблица 2

Объект	$L_R \cdot 10^{43}$	Тип	Литература	Объект	$L_R \cdot 10^{43}$	Тип	Литература
0106+13	1.4	I	[17]	1350+31	0.29	II	[18, 19]
0131—36	0.19	II	[20, 21]	1414+11	0.06	II	[20]
0300+16	0.10	II	[17]	1502+26	0.85	II	[18]
0305+03	0.18	II	[20]	1511+26	1.60	II	[22]
0307+16	9.80	II	[17]	1514+00	0.20	I	[20]
0325+02	0.13	II	[20, 21]	1559+02	3.20	I	[20, 21]
0356+10	0.34	II	[18, 19]	1615+32	1.60	I	[16, 19]
0410+11	12.0	I	[17, 19]	1648+05	43.0	I	[20]
0415+37	1.20	I	[18]	1836+17	0.06	II	[18]
0518—45	2.10	II	[21]	1949+02	0.65	I	[20]
0802+24	0.55	II	[18]	2040—26	0.12	I	[20]
0819+06	0.63	I	[20]	2121+24	4.00	I	[18, 19]
0843—33	0.04	II	[20]	2141+27	5.30	I	[17]
1142+19	0.08	II	[20]	2212+13	0.10	II	[18, 21]
1216+06	0.03	I	[20]	2221—02	0.54	II	[21]
1222+13	0.03	II	[17, 20]	2229+39	0.04	II	[15, 18]
1252—12	0.05	II	[20]	2243+39	2.20	I	[22]
1330+02	4.10	II	[20]	2356—61	0.72	II	[21]

Отметим, наконец, что полученные в настоящей работе результаты показывают, что разделение радиогалактик на I и II типы по их вытянутости, по-видимому, имеет физическую основу.

Автор выражает благодарность академику В. А. Амбарцумяну и Р. М. Мурадяну за интерес к работе и ценные замечания.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

ON THE RELATIVE ORIENTATIONS OF MAGNETIC FIELDS AND MAJOR AXES OF RADIOGALAXIES

R. R. ANDREASSIAN

On the basis of observational data of 97 objects, it has been shown that for the more elongated radiogalaxies (the value of ratio between the major and minor axes beyond 2.5) the averaged over the surface of radio image direction of the magnetic field is almost parallel to the direction of the major axes of the radiosources and for the less elongated radiogalaxies (the value of ratio between the major and minor axes is below 2.5) — these directions compose large angles, about 90°. On the basis of the observational data of 36 objects it has also been shown that the more elongated radiogalaxies have larger radioluminosities than the less elongated ones. These results are in good agrement with the results of the work [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Р. Р. Андреасян*, Астрофизика, 19, 441, 1983.
2. *Р. Р. Андреасян*, Астрофизика, 21, 93, 1984.
3. *В. А. Амбарцумян*, Проблемы современной космогонии, Наука, М., 1969.
4. *Р. М. Мурадян*, Астрофизика, 14, 439, 1978.
5. *W. J. M van Breugel*, Astron. Astrophys., 81, 265, 1980.
6. *P. Birch*, Nature, 298, 451, 1982.
7. *F. F. Gardner, J. B. Whiteoak*, Ann. Rev. Astron. Astrophys., 4, 245, 1966.
8. *F. F. Gardner, J. B. Whiteoak*, Austr. J. Phys., 22, 107, 1969.
9. *G. A. Seielstad. K. W. Weiler*, A. J., 76, 211, 1971.
10. *S. Mitton*, M. N. RAS, 155, 373, 1972.
11. *P. Haves, R. G. Conway*, M. N. RAS, 173, 53p, 1975.
12. *P. Haves*, M. N. RAS, 173, 553, 1975.
13. *A. H. Bridle, E. B. Fomalont*, A. J., 83, 704, 1978.
14. *E. B. Fomalont, A. H. Bridle*, A. J., 83, 725, 1978.
15. *C. Fanti, R. Fanti, J. H. Gioia, C. Lari, P. Parma, M.-H. Ulrich*, Astron-Astrophys. Suppl. ser., 29, 279, 1977.
16. *L. Rudnick, M. T. Adams*, A. J., 84, 837, 1979.
17. *G. H. Macdonald, S. Kenderdine, A. C. Neville*, M. N. RAS, 138, 25⁰, 1968.
18. *C. D. Mackay*, M. N. RAS, 145, 31, 1969.
19. *N. J. B. A. Branson, B. Elsmore, G. G. Pooley, M. Ryle*, M. N. RAS, 156, 377, 1972.
20. *E. B. Fomalont*, A. J., 76, 513, 1971.
21. *R. T. Schilizzi, W. B. McAdam*, Mem. Roy, Astron. Soc., 79, 1, 1975.
22. *R. G. Conway, B. J. Burn. J. P. Vallee*, Astron. Astrophys. Suppl. ser., 2, 155, 1977.
23. *J. Machalski, J. Maslowski, J. J. Condon, A. Marlene*, A. J., 87, 1150, 1982.
24. *R. A. Loing*, M. N. RAS, 195, 261, 1981.