

V. Заключение.

1. За 50 лет, прошедших со времени первых упоминаний о феномене активности ядер галактик, который по мощности энерговыделения (за 10^{7-8} лет порядка 10^{60-62} эрг) идет сразу за энерговыделением при «Большом взрыве», астрофизикам удалось осмыслить некоторые стороны этого грандиозного явления. Выяснилось, в частности, что необходимыми (но далеко не достаточными) условиями для возникновения этого феномена являются:

присутствие в центрах массивных звездных систем массивных же быстровращающихся очень компактных объектов – скорее всего, черных дыр (ВН);

наличие в окрестностях этих ВН достаточного количества вещества, способного аккрецировать на тяготеющий центр;

формирование околоядерного замагниченного быстровращающегося аккреционного диска, обеспечивающего возникновение сверхзвукового коллимированного истечения (выброса) в направлении, перпендикулярном к его плоскости;

рождение в выбросах большого количества заряженных частиц (и ускорение их до релятивистских энергий), обеспечивающих в широком диапазоне длин волн нетепловое излучение на уровне 10^{42-48} эрг/сек.

2. Наблюдаемое большое разнообразие типов AGN, выделяемых на основе различия их статистических, морфологических, спектральных и временных свойств, сначала привело к предположению о доминирующей роли в этом многообразии угла, под которым наблюдается релятивистский выброс из активных ядер (так называемая «унифицированная схема»). Однако в дальнейшем выяснилось, что, кроме ориентации, надо учитывать и свойства хозяйских галактик, и влияние окружения, и фазу активности, зависящую от темпа и характера аккреции вещества на ядро (т.е. состояние AGN). Роль последнего фактора особенно наглядно выявилась при исследовании природы активности в тесных рентгеновских двойных

системах, которые – в случае наблюдения у них релятивистских радиовыбросов – получили название «микроквазаров». Свойства «микроквазаров» при соответствующем масштабировании энерговыделения, линейных и временных параметров в отношении масс черных дыр ($M_{\text{BH}}/m_{\text{BH}}=10^{5-8}$) напоминают свойства AGN – ведь в обоих типах объектов выполняются необходимые условия для появления активности. В связи с этим на основании исследования изменения свойств «микроквазаров» в рентгеновском и радиодиапазонах, которые происходят в течение всего тысяч секунд, можно делать некоторые выводы о временных изменениях свойств AGN в оптическом и радиодиапазонах, которые могут происходить за сотни и даже тысячи лет. Отсюда и следует вывод о том, что наблюдаемое разнообразие свойств AGN, которое приписывается разнообразию их типов, на самом деле, является разнообразием их состояний, которое пока невозможно отследить из-за слишком коротких наблюдательных рядов (десятки лет) по сравнению с характерными временами перехода AGN из одного состояния в другое. Рассматриваются некоторые наблюдательные аспекты, которые могли бы подтвердить вывод относительно правильности предлагаемой гипотезы.

В заключение автор выражает благодарность за техническое оформление данной лекции сотрудникам АКЦ ФИАН Вальцу И.Е. и Архиповой Н.А. Работа частично поддержана грантом РФФИ № 03-02-16580, программой Президиума РАН «Нестационарные явления в астрономии» и выполнена в рамках подготовки программы наблюдений внегалактических радиоисточников с космическим радиоинтерферометром «РАДИОАСТРОН».

ЛИТЕРАТУРА

1. Weedmann D.W., Quartaly Joutnal Royal Astron. Soc. 1976, 17, 227.
2. Cancelliere F., Cosnastri A., astro-ph/0301163.

3. Tran H.D., astro-ph/011301.
4. Laor A., astro-ph/0302541.
5. Nicasto F., Martocchia A., Matt G., astro-ph/0304128.
6. Deluit S.J., astro-ph/0311095.
7. Barthel P.D., *Astrophys. J.* 1989, 336, 609.
8. Antonucci R.R.J., *Annual Rev. Astron. Astrophys.* 1973, 31, 473.
9. Podavani P., Urry C.H., *Astrophys. J.* 1992, 387, 449.
10. Veilleux S., astro-ph/0211228.
11. Corbett E.A., Kewley L.J., Appleton P.N. et al., astro-ph/0210197.
- 11a. Nelson C.H. et al., astro-ph 0407383.
- 11b. Wandel A., astro-ph 0407399.
12. Fanaroff B.L., Riley J.M., *Monthly Not. RAS.* 1974, 167, 31.
13. Chiaberge M., Capetti A., Celloti A., *Astron. Astrophys.* 2000, 335, 873.
14. Ghisellini G., Celloti A., *Astron. Astrophys.* 2001, 379, 21.
15. Sullen I., Best P., astro-ph/0211613.
16. Franchessini A., Vercellone S., Fabian A.C., *Monthly Not. RAS.* 1998, 297, 817.
17. Woo J.H., Urry C.M., astro-ph/0211118.
18. DiMatteo T., Croff R.A.C., Springel V., Hernquist L., astro-ph/0301586.
19. Bettoni D., Falomo R., Fasanco G., Govoni F., astro-ph/0212162.
20. McLure R.J., Danlop J.S., *Monthly Not. RAS.* 2002, 331, 795.
21. Merrifield M.R., Forbes D.A., Terlevich A.I., *Monthly Not. RAS.* 2000, 313, 229.
22. Marecki A., Spencer R.E., Kunert M., astro-ph/0211253.
23. Holt J., Tadhunter C.N., Morganti R., astro-ph/0210092, 0302311.
24. Maness H.L., Taylor G.B., Zavala R.T. et al., astro-ph/0310663.
25. O'Dea C.P., *PASP* 1998, 110, 493.
26. Dallacasa D., astro-ph/0303131.
27. Tinti A., Dallacasa D., De Zotti G. et al., astro-ph/0309354.
28. Brinkmann B. et al., *Astron. Astrophys.* 2000, 356, 445
29. Iveric Z., Richards G.T., Hall P.B., astro-ph/0310569.
30. Jester S., astro-ph/0310648.

31. Cirasuolo M., Magliocchetti M., Celloti A., Danese L., astro-ph/0301526.
32. Lacy M. et al., astro-ph/0103087.
33. Mc Lure R.J., Jarvis M.J., astro-ph/0302457, 0302473.
34. Jarvis M.J., Mc Lure R.J., astro-ph/0302512.
35. Barcons X., Carballo R., Carrins F.J. et al., astro-ph/0303530.
36. Boronson T.A., Green R.F., *Astrophys. J. (Suppl.)*. 1992, 80, 109.
37. Boronson T.A., astro-ph/0109317.
38. Marziani P., Sulentic J.W., Zwitter T. et al., *Astrophys. J.* 2001, 558, 533.
39. Mc Lure R.J., Jarvis M.J., astro-ph/0204473.
40. Scheider D.P. et al., *Astron. J.* 1992, 103, 1451.
41. Wilson A., Colbert E.A., *Astrophys. J.* 1995, 438, 62.
42. Комберг Б.Б., *Астрон. ж.* 1995, 72, 3.
43. Barthel P., Gerristein J., Preprint Kaptein Inst. 1997, N 221.
44. Sanders D.B, astro-ph/0109138.
45. Kawkatu N., Umemura M., astro-ph/0209452.
46. Almani O., astro-ph/0211353.
47. Quillen A.C., Almog J., Yukita M., astro-ph/0308306.
48. Umemura M., astro-ph/0304189.
49. Giommi P., Capalli M. Etal., astro-ph/0209596.
50. Fassati G. et al., *Monthly Not. RAS.* 1998, 229, 433.
51. Ghisellini G., astro-ph/0205527.
52. Costamante L., *Astron. Astrophys.* 2000, 371, 512.
53. Costamante L., astro-ph/0308026.
54. Mei D.C., Zhang L., Jiang Z.J., Dai B.Z., astro-ph/0205444.
55. J-M Wang, S-J Xue, J-C Wang, astro-ph/0111209.
56. Quillen A., Almog J., Yukita M., astro-ph/0308306.
57. Sikora M., et al., astro-ph/0205527.
58. Padovani P., Perlman E.S., Landt M. et al., astro-ph/0301227.
59. Bai J.M., Lec M.G., *Astrophys. J.* 2000, 379, L1.
60. Кардашев Н.С., Препринт ФИАН 1999, № 27.
61. Ghisellini G., Celotti A., Costante L., astro-ph/0202367.
62. Ghisellini G., astro-ph/0212370.

63. Calaliere A., D'Elia V., astro-ph/0211173.
64. D'Elia V., Padovani P., Landt H., astro-ph/0211147.
65. Sicora M., Astrophys. J. 2000, 554, 1.
66. Lin B.F., Minesnige S., Ohugu K., astro-ph/031142.
67. Guetta D., Ghisellini G., Lazzati D., Celloti A., astro-ph/0210115.
68. Tanihata C. et al., astro-ph/0210214.
69. Hardee P.E., astro-ph/0307400.
70. Cao X., astro-ph/0308524.
71. Комберг Б.В., Астрон. ж. 2004 (в печати).
72. Konigl A., astro-ph/0302109.
73. Krasnopolsky R., Li Z.Y., Blandford R.D., astro-ph/0306519.
74. Hujeirat A., astro-ph/0302303.
75. Matt S., Winglee R., Bohm K.H., astro-ph/0306565.
76. Ly C., Walker R.C., Wrobel J.M., astro-ph/0309743.
77. Maccarone T.J., Gallo E., Fender R., astro-ph/0309137.
78. Huges S.A., Blandford R.D., Astrophys. J. 2003, 585, 101.
79. Blandford R.D., Znajek R.L., Monthly Not. RAS. 1977, 179, 433.
80. Livio M., et al., Astrophys. J. 1999, 512, 100.
81. Hujirat A., Blandford R., astro-ph/0307317.
82. Istomin Ya.N., Pariev V.I., Monthly Not. RAS. 1996, 281, 1.
83. Pariev V.I., Istomin Ya.N., Berezyak A.R., Astron. Astrophys. 2003, 403, 805.
84. Бескин В.С., Малышкин Л.Н., Письма в Астрон. ж. 2000, 26, 253.
85. Koide S., Meier D.L., Shibata K., Kudoh T., Astrophys. J. 2000, 536, 668.
86. Einblin T.A., astro-ph/0212387.
87. Osmer P.S., astro-ph/0304150.
88. Di Matteo T., Croff R.A.C., Springler V., Hernquist L., astro-ph/0301586.
89. Martini P., astro-ph/0304009.
90. Kauffmann G., Naehnelt M., Monthly Not. RAS. 2000, 311, 576.
91. Комберг Б.В., Астрофизика 1984, 20, 73.
92. Tecrikorpi P., Astron. Astrophys. 2000, 353, 77.
93. Hatziminaglou E., Siemiginowska A., Elvis M., Astrophys. J. 2001, 547, 90.
94. Mirabel I.F., Rodriguez L.F., Cordier B. et al., Nature 1992, 358, 215.

95. Mirabel I.F., astro-ph/0211085.
96. Santy C., Tsinganos K., Trussoni E., astro-ph/0108509.
97. Maccarone T.J., Gallo E., Fender R., astro-ph/0309139.
98. Gilfanov M., Revnivzev M. et al., astro-ph/0209363.
99. Zio'lkowski J., astro-ph/0307307.
100. Falke M., Biermann P. *Astron. Astrophys.* 1995, 293, 665.
101. Livio M., Pringle J.E., King A.R., Preprint of Space Tel. Sci. Inst. 2003, N1541.
102. Price D.J., Pringle J.E., King A.R., astro-ph/0211330.
103. Zdziarski A., Gilfanov M., Lubinski P., Revnivtsev M., astro-ph/0209363.
104. Meier D.L., *Astrophys J.* 2001, 548, L9.
105. Stevens J.A., Hannikainen D.C., Wu K. et al., astro-ph/0302520.
106. Belloni T., Mendez M., Van der Klis M. et al., *Astrophys. J.* 1996, 472, L107.
107. Belloni T., Mendez M., Van der Klis M. et al., *Astrophys. J.* 1997, 479, L145.
108. Belloni T., Klein-Wolt M., Mendez M. et al., *Astron. Astrophys.* 2000, 355, 271.
109. Reig P., Belloni T., Van der Klis M., astro-ph/0309283.
110. Migliari S., Belloni T., astro-ph/0303664.
111. Belloni T., astro-ph/0309028.
112. Rau R., Greiner J., astro-ph/0207474.
113. Falke H., Kordiny E., Makoff S., astro-ph/0305335.
114. Vadawalle S.V., Rao A.R., Naik S. et al., astro-ph/0308096.
115. Yadav J.S., *Astrophys. J.* 2001, 548, 876.
116. Бисноватый-Коган Г.С., Блинников С.И., *Письма в Астрон. ж.* 1976, 2, 489.
117. Belloni T., astro-ph/0112217.
118. Cao X., astro-ph/0308524.
119. Igumenshchev I.V., Abramovich M.A., Narayan R., *Astrophys. J.* 2000, 537, 227.
120. Bisnovaty-Kogan G.S., Lovelace R.V.E., astro-ph/0207625.

121. Hein Z.S., Sunyaev R., astro-ph/0305252.
122. Melroni A., Heinz S., Di Matteo T., Monthly Not. RAS 2003, 345, 1057.
123. Djorgovski S., Davis M., Astrophys. J. 1987, 313, 59.
124. Das T.K., Rao A.R., Vadawale S.V., astro-ph/0301344.
125. Remillard R., Munro M., McClintock J., Oros J., astro-ph/0208402.
126. Titarchuk L., Osherovich V., Kuznetsov S., Astrophys. J. 1999, 525, L129.
127. Strohmayer T.E., astro-ph/0104487.
128. Swank J.H., astro-ph/0011494.
129. Mauche C.W., astro-ph/0207508.
130. Kiny A.R., Pringle J.E., West R.G., Livio M., astro-ph/0311035.
131. Di Matteo T., Psaltis D., Astrophys. J. 1999, 526, L101.
132. Yuan F., Markoff S., Falke H., Biermann P.I., astro-ph/0205531.
133. Belokon' E.T., Babadzhanyants M.K., Pollock J.T., Astron. Astrophys. 2000, 356, L21.
134. Valtaja E. et al., Astrophys. J. (Suppl.). 1999, 120, 95.
135. Pyatunina T.B. et al., Astron. Astrophys. 2000, 358, 451.
136. Ballantyne D.R., Fabian A.C., Ross R.R., astro-ph/0112179; astro-ph/0201403.
137. Dewangan G.C., astro-ph/0211234.
138. Yadav J.S., Rao A.R., astro-ph/0105478.
139. Uda Y., Yamaoka K., Sanchez-Fernandez C. Et al., astro-ph/0202154.
140. Di Matteo T., Croft R.A.C., Springel V., Hernquist L., astro-ph/0301586.
141. Martini P., Schneider D.P., astro-ph/0309650.
142. Schneider D.P., Van Gorkin J.H., Schmidt M., Gunn J.G., Astron. J. 1992, 103, 1451.
143. Beloborodov A., Astrophys. J. 1999, 510, L123.
144. Mirabel I.F., astro-ph/0005591, astro-ph/0405433.
145. Blundell K.M., astro-ph/0306110.
146. Blundell K.M., Rawlings S., Astrophys. J. 2001, 562, L5.
147. Eracleous M., Halpern J.P., astro-ph/0309149.
148. Caprioni A., Abraham Z., astro-ph/03111137.
149. Klare J., Zensus J.A., Lobanov A.P. et al., astro-ph/0311182.