

ВЕРХНИЕ ПРЕДЕЛЫ СВЕТИМОСТИ НЕКОТОРЫХ ВНЕГАЛАКТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ДИАПАЗОНЕ ЖЕСТКИХ γ -ЛУЧЕЙ

Л. С. Братолюбова-Цулукидзе, Л. Ф. Калинкин,
А. С. Мелиоранский, О. Ф. Прилуцкий, Е. А. Пряхин,
И. А. Савенко, В. Я. Юфаркин

В последние годы при исследовании некоторых внегалактических объектов (ядер сейфертовских и N -галактик, квазаров) были получены неожиданные важные результаты. В частности, было открыто интенсивное инфракрасное излучение ряда источников [1, 2], было обнаружено их переменность в оптическом и радиодиапазонах [3]. Изучение процессов, происходящих в таких объектах, представляет большой интерес как для понимания физики процессов, так и для выявления роли этих объектов в космологии, в частности, их вклада в фоновое метагалактическое электромагнитное излучение в различных энергетических диапазонах. Сведения об излучении таких источников в диапазоне жестких γ -лучей ($E_\gamma \geq 10^7$ эв) очень скучны (см., например, [4 – 7]). Поэтому даже определения верхних пределов их светимости в γ -лучах представляет значительный интерес.

На искусственном спутнике Земли "Космос-208" был установлен сцинтилляционно-черенковский γ -телескоп, предназначенный для регистрации γ -квантов с энергиями $E_\gamma \geq 30$ Мэв. За 152 часа работы этого прибора было зарегистрировано 186 событий, интерпретируемых как γ -кванты с такими энергиями. Было установлено, что большинство этих событий обусловлено имитациями от заряженных частиц. Поэтому потоки γ -лучей, определенные по этим данным, будут иметь смысл верхних пределов [8].

Обработка первичных экспериментальных результатов состояла в определении времени наблюдения T и числа зарегистрированных событий n ($E_\gamma = 30 + 150$ Мэв) для источников, просматривающихся телескопом во время полета (перечень источников приведен в таблице). С этой целью в окрестностях каждого источника выделялась область пространства, определяемая конечным угловым разрешением прибора половинный угол раствора конуса телескопа составлял около 17° . Время T и события n , связанные с выделенной областью, относились полностью к данному источнику. Если области для разных источников перекрывались, то одни и те же события и интервалы времени приписывались разным источникам. При этом учитывались все зарегистрированные события вне зависимости от их природы (γ -кванты от источника, изотропного фона или диска Галактики; имитация от заряженных частиц). Определенные таким образом значения T и n для разных источников показаны в таблице.

Средняя эффективность регистрации прибора для γ -лучей с энергиями $30 + 150$ Мэв составляла 10%. Можно показать, что при достаточно равномерном просмотре телескопом всей области в окрестностях

Источник	$R, см$	$T, сек$	$n_\gamma (30 - 150 мэв)$	$n_\gamma (95\%)$	$I_\gamma, см^{-2} \cdot сек^{-1}$	$W_\gamma, эрг/сек$
3C-458	$1,32 \cdot 10^{25}$	$6,1 \cdot 10^4$	5	10,5	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{43}$
M-82	$1,32 \cdot 10^{25}$	$9,0 \cdot 10^3$	4	9,2	$6,0 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{44}$
3C-273	$1,94 \cdot 10^{27}$	$3,6 \cdot 10^4$	5	10,5	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{47}$
NGC-5236	$1,32 \cdot 10^{25}$	$4,4 \cdot 10^4$	13	20,7	$2,8 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{43}$
Центавр-А	$1,26 \cdot 10^{25}$	$5,6 \cdot 10^4$	19	27,9	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{43}$
M-87	$3,70 \cdot 10^{25}$	$2,6 \cdot 10^4$	5	10,5	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{44}$
NGC-1275	$2,16 \cdot 10^{26}$	$2,6 \cdot 10^4$	20	29,1	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{46}$
NGC-2782	$1,00 \cdot 10^{26}$	$6,0 \cdot 10^4$	20	29,1	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{45}$
NGC-4151	$4,00 \cdot 10^{25}$	$4,9 \cdot 10^3$	0	3,0	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{44}$
NGC-7469	$2,10 \cdot 10^{26}$	$5,9 \cdot 10^4$	5	10,5	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{45}$
NGC-7714	$1,20 \cdot 10^{26}$	$6,0 \cdot 10^4$	5	10,5	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{45}$

источника эффективная площадь детекторов телескопа $S_{\text{эфф}} = (1/3)S_0 \approx 17 \text{ см}^2$ ($S_0 = 50 \text{ см}^2$ – площадь, соответствующая нормальному падению излучения на телескоп). Для расчетов приведенных в таблице верхних пределов потоков γ -лучей I_γ принимались значения $n(95\%)$, соответствующие верхним пределам величин n с доверительной вероятностью в 95%. В этой же таблице указаны потоки энергии W_γ в области $E_\gamma = 30 + 150 \text{ МэВ}$, определенные с учетом расстояний R до источников (данные значения R соответствуют постоянной Хаббла $H = 75 \text{ км/сек} \cdot \text{Мпс}$). Можно заметить, что относительно высокий предел светимости в γ -лучах источника 3С-273 связан, по-видимому, с большим значением R для этого объекта, так как даже при $n = 0$ (и, соответственно, $n(95\%) = 3$), величина W_γ имела бы тот же порядок величины.

Верхний предел средней светимости для инфракрасных галактик в γ -лучах \bar{W}_γ может быть также косвенно сведен из величины интенсивности изотропного фона жестких γ -лучей F_γ [8] и средней плотности этих объектов N . В настоящее время невозможно точно определить величину N из наблюдений, но оценки Бербиджа [9] показывают, что число мощных инфракрасных галактик, возможно, составляет около 1% от числа всех галактик. По порядку величины $N \sim R^{-3}$, где R – расстояние от ближайших инфракрасных галактик. Тогда $\bar{W}_\gamma \leq 4\pi F_\gamma H/cN \lesssim 10^{42} \text{ эр}/\text{сек}$. В этом случае экспериментальные значения W_γ не противоречат предположению о том, что изотропный фон жестких γ -лучей обусловлен излучением инфракрасных галактик. Несмотря на то, что полученные верхние пределы W_γ сравнительно высоки, следует отметить, что для всех источников эти величины не превышают мощность инфракрасного излучения [1]. Такое положение не согласуется с гипотезой Лоу об анигиляционной природе инфракрасного излучения подобных объектов [2]. В этой работе предполагалось, что инфракрасное излучение – это синхротронное излучение электронов и позитронов, образовавшихся при анигиляции нуклонов и антинуклонов. Мощность γ -излучения в области энергий $\sim 100 \text{ МэВ}$ при таком механизме по крайней мере в два раза превосходила бы мощность инфракрасного излучения (см., например, [10]).

Авторы искренне благодарят Р.А. Сюняева, по инициативе которого была предпринята эта попытка использования экспериментальных результатов, полученных в опыте на "Космосе-208", для определения верхних пределов светимости указанных объектов в γ -лучах.

Институт ядерной физики
Московского
государственного университета
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
29 марта 1971 г.

Литература

- [1] D.E.Kleinman, F.J.Low. *Astrophys. J.*, **159**, L165, 1970.
- [2] F.J.Low. *Astrophys. J.*, **159**, L173, 1970.

- [3] K.Kellermann, I.I.K.Paulini. Toth. Ann. Rev. Astron. Astrophys., 6, 417, 1968.
- [4] G.G.Fazio. Ann. Rev. Astron. Astroph., 5, 481, 1967.
- [5] G.G.Fazio, H.F.Helmken, S.J.Cavrak, D.R.Hearn. Can. J. Phys., 46, S427, 1968.
- [6] G.M.Frye. Chia Ping Wang Astrophys. J., 158, 925, 1969.
- [7] C.E.Fichtel, T.L.Cline, C.H.Ehrmann, D.A.Kniffen, R.W.Ross. Can. J. Phys., 46, S419, 1969
- [8] Л.С.Братолюбова-Цулукидзе, Н.Л.Григоров, Л.Ф.Калинкин, А.С.Мелиоранский, Е.А.Пряхин, И.А.Савенко, В.Я.Юфаркин. Космические исследования 8, 136, 1970.
- [9] G. R. Burbidge. Ann. Rev. Astron. Astrophys., 8, 360, 1970.
- [10] H.Alfven, A.Elvins. Science, 164, 911, 1969.
-
-