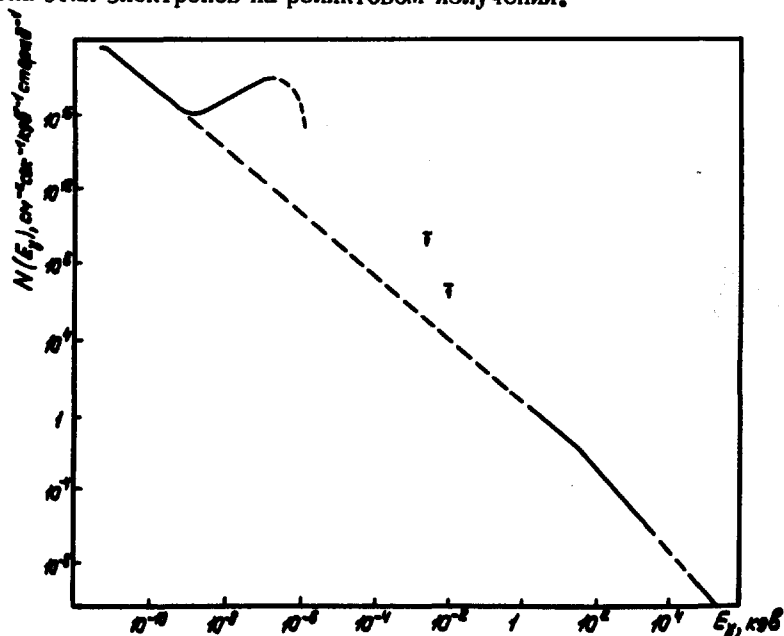


О СИНХРОТРОННОЙ ГИПОТЕЗЕ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ФОНОВЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

О.Ф. Прилуцкий, И.Л. Розенталь

В последние годы существенно продвинулось исследование изотропных космических излучений в широком диапазоне энергий. На рисунке представлены суммарные экспериментальные данные о фоновых изотропных излучениях, заимствованные из работ [1–6]. Исследование фоновых излучений приобрело особый интерес в связи с вероятной их связью с излучениями во Вселенной. Во многих работах (см., напр., [7]) мягкая (радио) часть с $V \leq 1000$ МэВ интерпретировалась как следствие синхротронного излучения космических электронов в источниках, а жесткая (рентген) как проявление обратного эффекта Комптона этих электронов на реликтовом излучении.



Однако, кривая, изображенная на рис. 1, имеет важную особенность: если интерполировать энергетические зависимости радиоизлучения и рентгеновского фона с энергией 1–20 кэВ, то интерполяционная кривая с хорошей степенью точности будет (в логарифмическом масштабе) прямой являющейся продолжением обоих участков ¹⁾. Это обстоятельство подводит к альтернативному

¹⁾ Следует отметить, тем не менее, что степень точности и повторяемости экспериментальных данных невелика.

допущению, что неравновесные фоновые излучения в огромном интервале энергий обуславливаются единым механизмом. Очевидно, что таким механизмом не может быть обратный комптон-эффект или распад π^0 -мезонов. Поэтому естественно допустить, что во всем интервале $10^{-6} - 10^4$ эв фоновые излучения вызываются торможением электронов в магнитном поле.

Возникает вопрос о происхождении излучений в области $10^5 - 10^8$ эв¹⁾. Допуская, что при $E_\gamma < 10^4$ эв излучения вызываются единым синхротронным механизмом, мы должны заключить, что и при $E_\gamma > 10^4$ эв излучения вызываются этим же механизмом. В противном случае, трудно понять обрезание в области $E_\gamma \sim 10^4 - 10^5$ эв спектра излучения, обусловленного π^0 -распадом или обратным комптон-эффектом.

Рассмотрим в рамках синхротронной гипотезы вопрос об источниках фонового излучения.

Основной вклад не могут вносить обычные галактики, поскольку экспериментальные данные показывают, что энергетический спектр их радиоизлучения не может быть представлен, как правило, единой степенной кривой [8].

По-видимому, такими источниками не могут быть слабые и средние радиогалактики. Основанием для такого утверждения являются расчеты, показывающие, что при отсутствии эволюции источников вклад всех радиогалактик в радиодфон меньше 15–20% [9, 10].

Таким образом, остаются мощные радиогалактики или квазары, которые могут объяснить наблюдаемый радиодфон, если в соответствии с экспериментальными данными допустить для них сильную эволюцию (о необходимости введения эволюции см. [11, 12]). Для проверки синхротронной гипотезы существенны характеристикам излучения в источниках. Из трех надежно отождествленных внегалактических источников в рентгеновском диапазоне — два (Дева А и квазар ЗС273) удовлетворяют синхротронной гипотезе; спектр Лебедя А — не согласуется с ней.

Синхротронная гипотеза выдерживает, по-видимому (хотя этот вопрос и нуждается в более тщательном изучении) и сопоставление со спектрами излучений квазаров. Значительная часть этих источников не обнаруживает изломов спектров в относительно широком энергетическом интервале ($V \sim 10^8 - 10^{15}$ эв) [13].

Наиболее трудным моментом для синхротронной гипотезы является существование излома в спектре рентгеновского излучения в области 10–100 кэв, поскольку его трудно согласовать с единым степенным спектром электронов в источниках. Можно попытаться объяснить наблюдаемый излом со следующих позиций: а) плотность газа в источнике настолько велика, что часть энергии электронов растрчивается на тормозное излучение. Однако, в этом случае должен быть значительный избыток γ -квантов в области $E_\gamma \sim 100$ Мэв, что, по-видимому, не наблюдается; б) кванты в области энергий $\gtrsim 50$ кэв испытывают вследствие прямого комптон-эффекта поглощение внутри источников или в межгалактическом пространстве.

Однако, вследствие того, что сечение комптон-эффекта падает с энергией $\sim \ln E_\gamma / E_\gamma$ (при $E_\gamma \gg mc^2$) этот эффект будет пренебрежимо мал при

¹⁾ Интервал $10^4 - 10^5$ эв — переходная область, в которой показатель γ в степенной аппроксимации изменяется от значения $\gamma_\gamma \approx 1,7$ ($E_\gamma \lesssim 10^4$ эв) до $\gamma_\gamma \approx 2,2$ ($E_\gamma \gtrsim 10^5$ эв).

$E_\gamma \gg mc^2$, и, следовательно, не должен сказываться при энергиях $E_\gamma \sim 100 \text{ Мэв}$, где наблюдения не противоречат представлению спектра единой степенной кривой во всем интервале $0,1 - 1000 \text{ Мэв}$. Не помогает и то обстоятельство, что при $E_\gamma > 2mc^2$ вступает процесс образования пар, в котором также поглощаются фотоны, поскольку сечение этого процесса на водороде более чем на порядок меньше томсоновского сечения. Вопрос об изломе в области $E_\gamma \sim 10 - 100 \text{ кэв}$ нуждается в дополнительном анализе.

Московский
инженерно-физический институт

Поступила в редакцию
28 января 1970 г.

Литература

- [1] С.Л.Мандельштам, И.П.Тиндо. Письма в ЖЭТФ, 5, 796, 1967.
- [2] G.C.Fazio. Ann. Rev. Astron. Astrophys., 5, 481, 1967.
- [3] Л.Г.Братолибова-Цулукидзе, Н.Л.Григоров, Л.Ф.Калинкин, А.С.Мелиоранский, Е.А.Пряхин, И.А.Савенко. Труды 6-й Всесоюзной школы по космофизике, часть 1, стр. 124, Апатиты 1969.
- [4] А.М.Романов. Труды 6-й Всесоюзной школы по космофизике, часть 1, стр. 110, Апатиты 1969.
- [5] Р.А.Сюняев. Труды 6-й Всесоюзной школы по космофизике, часть 1, стр. 59, Апатиты 1969.
- [6] G.W.Clark, G.P.Garmire, W.L.Kraushaa. Astrophys. J.Lett., 153, 203, 1968.
- [7] K.R.Lang, I.Terzian. Astrophys. J.Lett., 3, 29, 1969.
- [8] Г.Б.Шоломицкий. Астроном. ж., 44, 939, 1967; 45, 478, 1968.
- [9] V.Petrossian. Astrophys. J., 155, 1029, 1969.
- [10] М.Лонгэйр. УФН, 99, 229, 1969.
- [11] M.Schmidt. Astrophys. J., 151, 393, 1968.
- [12] Н.Кардашов, В.Согласнова, В.Согласнов. Дополнение к книге Д.Фербиджа, М.Фербидж. Квазары М., Изд. Мир, 1969.