

523.165(048)

В. С. Березинский. Космические лучи сверхвысоких энергий: астрофизический аспект. Согласно экспериментальным данным^{1,2} при энергии выше $1 \cdot 10^{17}$ эВ в спектре космических лучей наблюдаются две компоненты: одна при энергии до $1 \cdot 10^{19}$ эВ характеризуется крутым энергетическим спектром ($\Phi(>E) \sim E^{-\gamma_1}$ с $\gamma_1 \approx 2,0-2,4$), вторая при энергии выше $1 \cdot 10^{19}$ эВ — значительно более пологая ($\Phi(>E) \sim E^{-\gamma_2}$ с $\gamma_2 \approx 1,3-1,5$). При той же энергии изменяется и характер анизотропии — средняя галактическая широта входящих частиц начинает прогрессивно увеличиваться с энергией, демонстрируя тем самым преимущественный приход частиц из северной галактической полусферы. Это явление свидетельствует о внегалактическом происхождении частиц с энергией выше $1 \cdot 10^{19}$ эВ; пологая компонента, которая ожидается в галактических моделях вследствие квазипрямолинейного распространения частиц, должна характеризоваться преимущественным приходом частиц из галактического диска.

При энергии меньше $1 \cdot 10^{19}$ эВ частицы могут иметь как галактическое³, так и метагалактическое^{4,5} происхождение. Галактическая модель происхождения³ требует существования регулярного магнитного поля в гало нашей Галактики и предполагает взрывы сверхновых (или молодые пульсары) как источники космических лучей. Внегалактическое происхождение при $E < 1 \cdot 10^{19}$ эВ может быть связано с генерацией частиц в квазарах и сейфертовских галактиках⁴ или в скоплениях Дева⁵, расположенном почти в центре Местного сверхскопления галактик. Только детальное экспериментальное изучение анизотропии и химического состава позволит различить галактическую и внегалактическую модели происхождения при $E < 1 \cdot 10^{19}$ эВ.

Характерной особенностью пологой компоненты спектра ($E > 1 \cdot 10^{19}$ эВ) является отсутствие так называемого чернотельного обрезания⁶ — резкого укручения спектра при $E \sim 3 \cdot 10^{19}$ эВ, обусловленного взаимодействием протонов или ядер этих энергий с реликтовыми фотонами. Во всех предлагаемых моделях отсутствие чернотельного обрезания интерпретируют как следствие генерации частиц в достаточно близких источниках. В работе⁷ в качестве источников предполагаются активные ядра галактик в пределах Местного сверхскопления, а в⁵ — генерация частиц в скоплении Дева. Последняя модель встречает ряд трудностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Canningham G., Lloyd-Evans J., Pollock A. M. T. et al.— *Astrophys. J.*, 1980, v. 236, p. L74.
2. Dyakonov M. N., Ivanov A. A., Kershensholz I. M. et al.— In: *Proc. of 16th Intern. Cosmic Ray Conference, Kyoto, 1979.*— V. 8, p. 168.
3. Berezhinsky V. S., Mikhailov A. A., Syrovatskii S. I.— *Ibid.*, v. 2, p. 86.
4. Berezhinsky V. S., Grigor'eva S. I.— *Proc. of 15th Intern. Cosmic Ray Conference.*— Plovdiv, 1977.— V. 2, p. 309.
5. Wdowczyk J., Wolfendale A. W.— *Nature*, 1979, v. 281, p. 356. Giler M., Wdowczyk J., Wolfendale A. W.— *J. Phys. Ser. G*, 1980, v. 6, p. 1561.
6. Greisen K.— *Phys. Rev. Lett.*, 1966, v. 16, p. 748.
7. Зацепин Г. Т., Ружьмин В. А.— *Письма ЖЭТФ*, 1966, т. 4, с. 114.
7. Berezhinsky V. S., Grigor'eva S. I.— *Цит. в*⁴ сб.— V. 2, p. 84.