

Спектр и массовый состав космических лучей в области сверхвысоких энергий

С.Кнуренко¹, А.Иванов¹, А.Сабуров¹

¹Институт космофизических исследований и аэронауки имени Ю.Г. Шафера СО РАН,
Якутск, 677980, Россия

В работе приводятся данные по спектру и массовому составу космических лучей (КЛ), полученные из измерений излучения Вавилова-Черенкова на Якутской установке ШАЛ [1, 2]. Массовый состав определен по глубине максимума развития широких атмосферных ливней $X_{\max}$. Зависимость $X_{\max}$ от энергии сравнивалась с расчетными данными по моделям EPOS и QGSJETII-03 в случае первичных частиц протон и ядро железа. В рамках этих моделей и метода суперпозиции сделана оценка массового состава космических лучей в области энергий 10^{17} - $5 \cdot 10^{19}$ эВ. При $E_0 = 10^{17}$ эВ величина $\langle \ln A \rangle = 2,5 - 3,5$, а при $E_0 = 10^{19}$ эВ величина $\langle \ln A \rangle = 1,5 - 2,5$. Разброс в оценках среднего $\langle \ln A \rangle$ обусловлен как точностью измерения $X_{\max}$ на разных установках, так и систематическим различием величины $\langle \ln A \rangle$, связанным с выбором модели адронных взаимодействий.

Для интерпретации полученных результатов, рассматривалось два сценария: 1. Спектр КЛ генерируется в остатках сверхновых звезд (SNRs) и доминирует при энергии 10^{17} эВ, выше 10^{18} эВ спектр формируется за счет частиц + метagalacticкого происхождения (dip - сценарий); 2. Спектр состоит из трех компонент: КЛ от SNRs, галактических КЛ, модулируемых галактическим ветром в районе 10^{18} эВ и метagalacticкими КЛ с жестким спектром выше 10^{18} эВ (ankle - сценарий). Показано, что зависимость массового состава КЛ от энергии лучше описывается ankle – сценарием, в то время как для описания спектра КЛ лучше подходит dip – сценарий. Для однозначного ответа на этот вопрос необходимы более точные экспериментальные данные по массовому составу КЛ и дальнейшее теоретическое изучение этой проблемы.

- [1] Ivanov A.A., Knurenko S.P., and Sleptsov I.Ye. *Nucl. Phys. B (Proc. Suppl)* 122, 226-230, 2003.
- [2] Кнуренко С.П. и др. Спектр космических лучей, найденный по энергии, рассеянной частицами ШАЛ в атмосфере, и галактическая модель. *Письма в ЖЭТФ* 86, 709-712, 2007.