

Приближение "leaky box" в модели распространения космических лучей GALPROP

В.С. Птускин¹, Л.Г.Свешникова² и О.Н.Стрельникова²

¹Институт Земного Магнетизма, Ионосферы и Распространения Радиоволн РАН, Троицк, 142190, Россия

²Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ, Москва, 119992, Россия

Распространение космических лучей в Галактике обычно описывается в диффузионном приближении. Наиболее адекватной считается галактическая модель с распределением источников (остатков сверхновых) в галактическом диске и с плоским протяженным гало космических лучей. Самой полной численной реализацией этой модели является код GALPROP, с помощью которого рассчитывается перенос и взаимодействия релятивистских протонов, ядер, электронов, и позитронов, а также производимое ими галактическое нетепловое радио-, рентгеновское и гамма-излучение. Код включает детальное описание распределений межзвездного газа, магнитного поля и фонового излучения, необходимое в подобных расчетах.

Одной из важнейших задач, возникающих при исследовании распространения галактических космических лучей, является исследование их ядерной фрагментации, сопровождающееся производством вторичных релятивистских ядер. В полных расчетах рассматриваются до сотни различных изотопов в широком интервале энергий примерно от 10^8 эВ/нуклон до 10^{15} эВ. При этом часто используются модели, более простые, чем GALPROP. Наиболее известной из них является leaky – box модель, в которой перенос космических лучей приближенно описывается с помощью введения характерного времени выхода релятивистских частиц из Галактики T_e и соответствующей проходимой толщи вещества X_e , которые зависят от энергии частиц. Эта простая модель удовлетворительно описывает совокупность данных о составе (стабильных) первичных и вторичных ядер в космических лучах. Ее адекватность подкрепляется аналитическими решениями диффузионных уравнений для простых моделей с плоским гало.

В настоящей работе мы находим leaky – box модель, которая является наилучшим приближением к коду GALPROP при расчетах первичных и вторичных стабильных ядер. Также определено расхождение между этими моделями, которое зависит от величины ядерных сечений включенных в расчеты ядер – применимость leaky–box приближения ухудшается с увеличением сечения. Это заключение подтверждается проведенными в работе аналитическими расчетами в рамках простых диффузионных моделей.

- [1] Strong, A.W., Moskalenko, I.V., Ptuskin, V.S. "Cosmic-ray propagation and interactions in the Galaxy", *Annu. Rev. Nucl. Part. Sci.* 57, 285-327, 2007.