

## Цикл статей «Высокоэнергичные процессы в грозовом облаке»

### А. Чилингарян

Ускорение и умножение электронов космических лучей сильными электрическими полями в грозовом облаке - это хорошо известные явления, составляющие ядро физики высоких энергий в атмосфере. Большинство экспериментальных данных об ускорении частиц в грозовых облаках происходит из космических экспериментов, обнаруживающих наземные гамма-вспышки (Terrestrial Gamma Flashes - TGF) и из сетей детекторов частиц, расположенных на земной поверхности, регистрирующие эффекты «грозового превышения гамма-квантов» (Terrestrial Gamma Enhancement - TGE). Модели для объяснения как TGF, так и TGE основаны на концепции убегающих электронов (Runaway Breakdown - RB), введенной А. Гуревичем. Доказательство этих моделей требует регистрации электромагнитных лавин, развивающихся в грозовой туче и достижения ими земной поверхности. К сожалению, из-за высокого расположения облаков и быстрого поглощения электронов в атмосфере регистрация таких лавин очень редка. На горе Арагац в Армении, где очень мало облаков, наблюдаются события TGE со значительным вкладом электронов. Показаны прямые измерения таких лавин, длительность которых меньше микросекунды; сотни таких событий содержат TGE длящиеся нескольких минут. Также был восстановлен дифференциальный энергетический спектр электронов и гамма-излучения лавин. Резкое прекращение потока частиц рядом с молнией указывает на то, что процесс пробоя на убегающих электронах предшествует (инициирует) вспышку молнии.

Также в данном цикле работ представлены результаты измерений сетью наземных гамма-детекторов в Армении потоков энергичных частиц и гамма-квантов, внезапно прерывающихся молниевыми разрядами. Все измерения проводились на высоте 3200 м над уровнем моря на горе Арагац. Сигналы молнии регистрировались с использованием широкополосной измерительной системы электрического поля с полезной полосой частот от 50 Гц до 12 МГц и сетью из пяти станций FieldMill, три из которых были установлены на станции Арагац, одна на станции Нор Амберд (12,8 км от Арагаца) и одна на станции Ереван (39 км от Арагаца). Показано, что прекращение потока высокоэнергичного излучения связано только с близкими (в пределах 10 км или около того от детектора частиц) отрицательными молниями типа облако-земля и обычными межоблачными разрядами, т.е. с типами молнии, которые уменьшают направленное вверх электрическое поле ниже облака и, следовательно, подавляют ускорение электронов по направлению к земле.

- А. Чилингарян, Ю. Ханикянц, Е. Мареев, Д. Похшрастан, В. А. Раков и С. Согомонян, «Types of lightning discharges that abruptly terminate enhanced fluxes of energetic radiation and particles observed at ground level», Журнал «Journal of Geophysical Research: Atmospheres», 122, 7582–7599, doi:10.1002/2017JD026744.
- А. Чилингарян, Г. Овсепян, Б. Майлян «In situ measurements of the Runaway Breakdown (RB) on Aragats mountain», Журнал «Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A», A 874 (2017) 19–27, doi: 0.1016/j.nima.2017.08.022