

Влияние южно-атлантической магнитной аномалии на инжекцию высокоэнергичных электронов из радиационных поясов Земли

А. О. Рябов

В рамках программы СУРА-DEMETER, проводимой с 2005 по 2010 годы, удалось зафиксировать случаи стимуляции инжекции энергичных электронов из радиационного пояса Земли при модификации среднеширотной ионосферы мощными КВ радиоволнами *O*-поляризации, излучаемыми стендом СУРА, и влияние этих электронов на нижние слои ионосферы. Важно отметить, что подобные случаи наблюдались, как в северном (слева на Рис. 1), так и в южном полушариях (справа).

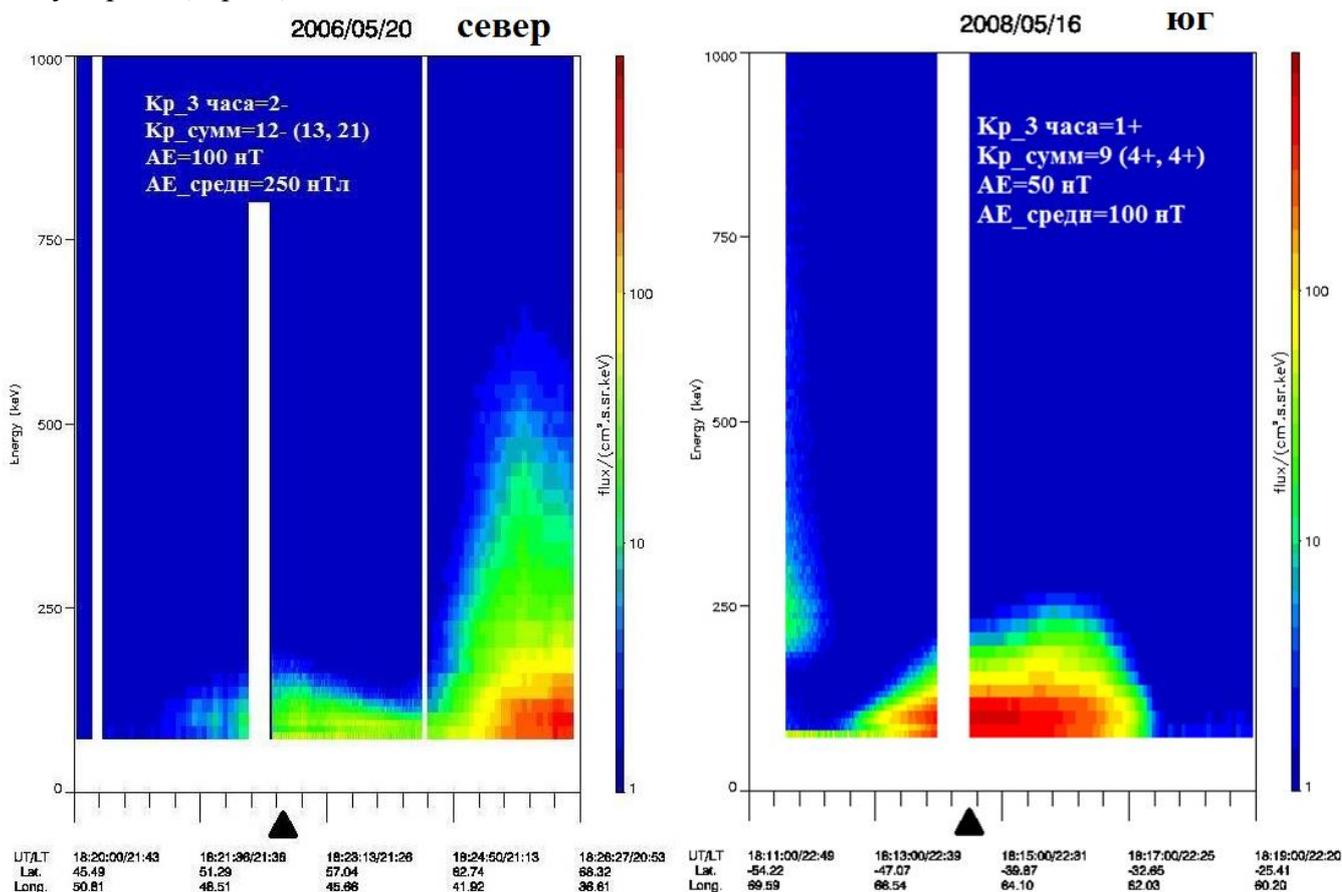


Рис. 1. Случаи стимуляции инжекции высыпающих электронов.

В рамках анализа проведенных сеансов были сформулированы условия генерации искусственных высыпаний:

- а) необходимо, чтобы частота волны накачки (ВН) $f_{ВН}$ не превышала критическую частоту F_2 -области f_{OF2} ;
- б) мощность ВН $P_{эфф} \geq 50$ МВт;
- в) отсутствие спорадического *E*-слоя, экранирующего F_2 -область ионосферы;
- г) прошло менее 15 дней с последней суббури (в противном случае низкая степень наполненности радиационного пояса энергичными электронами будет препятствовать генерации высыпаний).

На основании проведенных экспериментов можно сформулировать критерии искусственного характера высыпаний высокоэнергичных электронов в МСО из радиационного пояса Земли, вызванного стимуляцией ионосферы мощными КВ радиоволнами. Итак, эти критерии:

а) энергия высыпавшихся электронов составляет $E \geq 150$ кэВ, а потоки $F \geq 10$, даже в случаях относительно спокойных геомагнитных условий – для северного полушария; $E \geq 200$ кэВ, а потоки $F \geq 20$ – для южного;

б) максимум интенсивности высыпаний наблюдается в центре МСО, то есть внутри возмущённой магнитной силовой трубки;

в) наблюдается характерное резкое уменьшение энергии высыпавшихся частиц между авроральной областью и центром возмущений;

г) высыпания наблюдаются, когда эффективная мощность излучения ВН превышает 50 МВт и имеет место эффективное взаимодействие мощной радиоволны с плазмой F_2 -слоя ионосферы.

Здесь особо важно отметить, что в южном полушарии стимуляция инъекции в среднем была заметно эффективнее. Главной причиной этого видится в том, что спутник пролетал вблизи от области Южно-атлантической магнитной аномалии (ЮАМА). В области ЮАМА магнитное поле Земли заметно слабее, чем в прилежащих областях, что приводит к более слабому запираению энергичных частиц, в результате чего эти частицы проникают глубже в верхние слои атмосферы, чем это было бы в случае отсутствия аномалии.

В качестве подтверждения этого результата приведём один уникальный сеанс.

Однажды (сеанс за 24.08.2007), при попытке стимуляции высыпаний в МСО спутник пролетел в ~ 150 км от центра ВО стенда СУРА («над головой») и ~ 100 км от центра МСО (Рис 2, панель А). Удалось детектировать высыпания в обеих областях (см. Панель Б). Как можно видеть, в этом сеансе инъекция в южном полушарии оказалась заметно эффективнее, чем в северном.

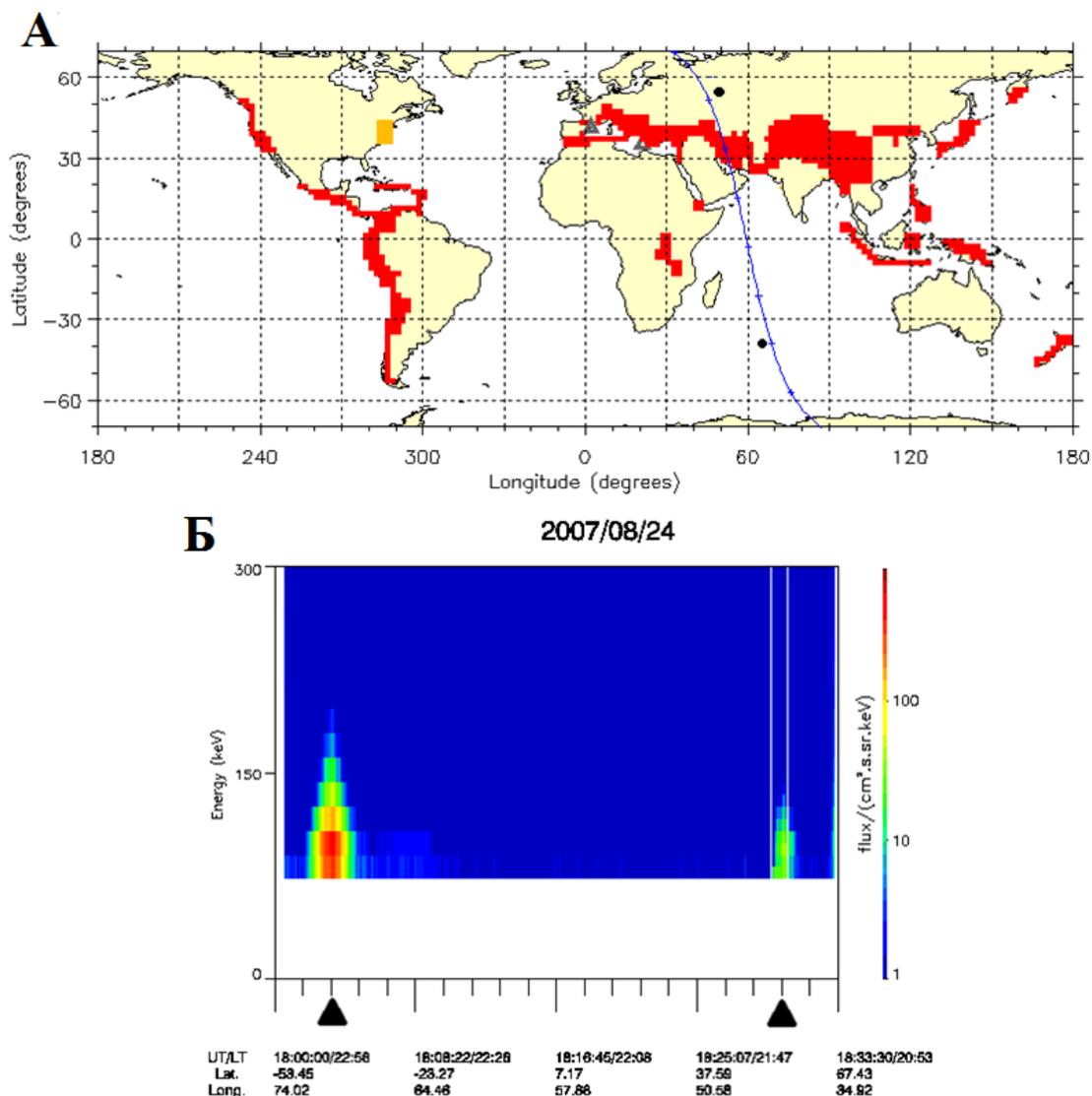


Рис. 2. Сеанс пролетов спутника DEMETER за 24.08.2008