

**ЗАРЯДОВЫЙ СОСТАВ ПОТОКА  
ВЫСОКОЭНЕРГИЧНЫХ ЭЛЕКТРОНОВ И ПОЗИТРОНОВ  
РАДИАЦИОННОГО ПОЯСА ЗЕМЛИ**

С.А.Воронов, А.М.Гальпер, В.Г.Кириллов-Угрюмов,  
С.В.Колдашов, А.В.Попов

В результате эксперимента, осуществленного на орбитальном космическом комплексе "Салют-7-Союз-Т13-Космос-1669" с помощью сцинтиляционного времяпролетного магнитного спектрометра "Мария", показано, что в потоке электронов и позитронов высоких энергий во внутреннем радиационном поясе Земли преобладают электроны.

Сегодня не вызывает сомнения, что обнаруженные впервые в работах<sup>1, 2</sup>, а затем изучавшиеся в работах<sup>3–6</sup> потоки электронов и позитронов высоких энергий являются существенным компонентом внутренней части радиационного пояса Земли<sup>7</sup>. Этот факт явился в некоторой мере неожиданным, так как не существовало ни одной общепринятой модели образования радиационного пояса Земли, в которой можно было бы ожидать появления значительных потоков электронов и позитронов с энергией более нескольких десятков Мэв. Противоречило это и модели электрон-позитронного "ореола", в которой существенным моментом является постоянство интенсивности электронов и позитронов во всем ближайшем космическом пространстве от ста до нескольких десятков тысяч километров<sup>7</sup>.

Экспериментальное наблюдение электрон-позитронных потоков инициировало ряд расчетных и теоретических исследований, которые, в основном, сводились к объяснению этого явления взаимодействием протонов радиационного пояса Земли с остаточной атмосферой, в результате которого рождаются пионы, которые затем претерпевают последовательный распад. Конечный продукт этой цепочки – электроны и позитроны – захватываются магнитным полем<sup>7,8</sup>.

Очевидно, что в результате этого процесса "пояс" электронов и позитронов должен состоять в большей степени из позитронов, в то время как другие механизмы, например, ускорительные, могли бы привести к иному соотношению потоков. Поэтому одним из наиболее важных этапов исследований является экспериментальное измерение отношения потоков электронов и позитронов.

С целью решения этой задачи был осуществлен эксперимент на орбитальном космическом комплексе "Салют-7-Союз-Т13-Космос-1669". В приборе "Мария" использовался классический метод определения знака заряда частиц по отклонению в постоянном магнитном поле. Измерение времени пролета регистрируемых частиц в сочетании с магнитным анализом позволило выделять электроны и позитроны в энергетическом диапазоне  $30 \div 150$  Мэв в потоке других частиц и прежде всего протонов (вероятность имитаций менее  $10^{-5}$ ). Характеристики прибора были получены расчетом методом Монте-Карло и при калибровке в пучках монохроматических электронов и позитронов синхротрона ФИАН СССР<sup>9</sup>.

Установка прибора на борту орбитального комплекса была осуществлена таким образом, что при измерениях в районе Бразильской магнитной аномалии, где отроги радиационного пояса Земли достигают высот траектории комплекса, регистрировались в основном захваченные магнитным полем частицы, принадлежащие радиационному поясу Земли.

Общая продолжительность измерений составляла 100 часов, из которых 1 % приходился на долю Бразильской магнитной аномалии. Обработка информации, полученной как по телеметрическим каналам, так и записанной на магнитный носитель и возвращенной на Землю, позволяет получить следующие результаты: 1) отношение числа зарегистрированных позитронов к полному числу электронов и позитронов для центральной области Бразильской магнитной аномалии составляет  $0,23 \pm 0,06$ , в то время, как вне этой области оно равно  $0,64 \pm 0,05$ ; 2) возрастание интенсивности позитронов в области Бразильской магнитной аномалии по сравнению с потоком вне этой области составляет  $2,0 \pm 0,6$  раза, тогда как для электронов этот рост достигает величины  $13,2 \pm 2,3$ .

Таким образом показано: во-первых, что "пояс" высокозэнергетичных электронов и по-зитронов состоит в основном из электронов, во-вторых, упомянутые выше механизмы генерации этих частиц<sup>7,8</sup>, связанные с взаимодействием протонов, не являются определяющими для радиационного пояса, в-третьих, учитывая, что интенсивность электронов является весьма значительной ( $\sim 10^3 \text{ м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{ср}^{-1}$ ), по-видимому, существует достаточно эффективный механизм ускорения частиц<sup>10</sup>, выяснению которого будет способствовать проведение детальной обработки экспериментальных данных эксперимента "Мария".

В заключение авторы выражают благодарность за проведение экспериментальных работ на борту орбитального комплекса Джанибекову В.А., Савиных В.П., и за активную помощь в проведении исследований Чеснокову В.Ю., Гузенко М.В., Швецу Н.И., Михайлову В.В.

#### Литература

1. Гальпер А.М., Грачев В.М., Дмитренко В.В. и др. Космические исследования, 1981, **19**, 645.
2. Гальпер А.М., Грачев В.М., Дмитренко В.В. и др. Известия АН СССР сер. физ., 1981, **45**, 637.
3. Никольский С.И., Синицына В.Г., Препринт ФИАН № 11, 1983.
4. Басилова В.П., Гусев А.А., Пугачева Г.И., Титенков А.Ф. Геомагнетизм и аэрономия. 1982, **22**, 671.
5. Гальпер А.М., Грачев В.М., Дмитренко В.В. и др. Письма в ЖЭТФ, 1983, **33**, 409.
6. Григоров Н.Л., Курносова Л.В., Разоренов Л.А., Фрадкин М.И. Известия АН СССР, сер. физ., 1984, **48**, 2208.
7. Григоров Н.Л. "Электроны высокой энергии в окрестности Земли", М.: Наука, 1985.
8. Гусев А.А., Пугачева Г.И. Геомагнетизм и аэрономия, 1982, **6**, 912.
9. Воронов С.А., Гальпер А.М., Гузенко М.В. и др. ПТЭ, 1986, № 2 (в печати).
10. Воронов С.А., Гальпер А.М., Лучков Б.И., Федоров В.А. Краткие сообщения по физике, 1975, №4, 32.