

НОВАЯ КОМПОНЕНТА ВНУТРЕННЕГО РАДИАЦИОННОГО ПОЯСА ЗЕМЛИ – ЭЛЕКТРОНЫ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

А.М. Гальпер, В.М. Грачев, В.В. Дмитренко,
В.Г. Кириллов-Угрюмов, С.Е. Улин

С целью дальнейшего изучения характеристик потоков высокоэнергичных электронов, обнаруженных в районе Бразильской аномалии в эксперименте на орбитальной станции "Салют-6", проведены измерения на ИСЗ "Болгария-1300" на высотах ~ 900 км. Показано, что в радиационном поясе Земли на оболочках $L = 1,1 - 1,8$ содержатся электроны с энергией $20 - 350$ МэВ и их поток составляет $\geq 10^4$ ($\text{m}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{ср}$) $^{-1}$. Приводятся пространственные характеристики этого потока.

До недавнего времени считалось, что в радиационном поясе Земли отсутствуют потоки электронов с энергией более десяти МэВ¹. Однако, при целенаправленных измерениях, проведенных на орбитальной станции "Салют-6" с помощью телескопа "Елена-Ф" в районе Бразильской магнитной аномалии, где внутренний радиационный пояс Земли опускается до высот траектории станции ($300 \div 350$ км), впервые были зарегистрированы значительные потоки электронов с энергией от нескольких десятков МэВ и выше^{2, 3}. Этот факт был затем подтвержден в ряде экспериментальных работ⁴⁻⁶.

В данном сообщении приводятся результаты дальнейшего изучения характеристик потоков высокоэнергичных электронов, проведенного на ИСЗ "Интеркосмос – Болгария-1300", орбита которого была близка к круговой с высотой $800 - 900$ км и наклонением 81° . На борту спутника находился специализированный прибор ("Электрон"), установленный таким образом, что производилась регистрация электронов, траектории которых были перпендикулярны к плоскости орбиты спутника. При такой геометрии эксперимента среди частиц, регистрируемых в районе Бразильской аномалии, подавляющую часть должны составлять частицы захваченные магнитным полем Земли.

Телескоп "Электрон" состоит из газового черенковского и сцинтилляционных детекторов и предназначен для регистрации электронов в энергетическом диапазоне $20 - 350$ МэВ. Рабочие характеристики прибора были получены в результате калибровок на электронном протонном ускорителях и рассчитаны методом Монте-Карло^{7, 8}.

Анализ результатов измерений, полученных по 30-ти прохождениям через внутренний радиационный пояс в районе Бразильской аномалии, позволил получить распределение вели-

чин потоков высокозэнергичных электронов с питч-углами $\sim 90^\circ$ в геомагнитных координатах L, B , где L – номер магнитной оболочки, равный расстоянию от центра диполя до этой оболочки в экваториальной плоскости, выраженному в радиусах Земли, а B – напряженность магнитного поля. Так, на рис. 1 приведена зависимость интенсивности потока высокозэнергичных электронов от B для магнитной оболочки с $L = 1,1 \div 1,2$, характеризующая за-селенность оболочки захваченными частицами.

На рис. 1 можно видеть две области в зависимости от напряженности магнитного поля. Для $B \gtrsim 0,22$ Гс интенсивность не зависит от магнитного поля и составляет $150 (\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{ср})^{-1}$.

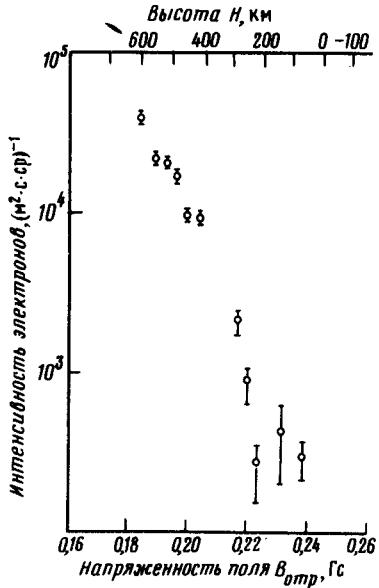


Рис. 1. Зависимость интенсивности электронов в диапазоне энергий $20 \div 350$, МэВ от напряженности магнитного поля Земли в точке отражения и высоты их над уровнем моря для оболочек $L = 1,1 \div 1,2$

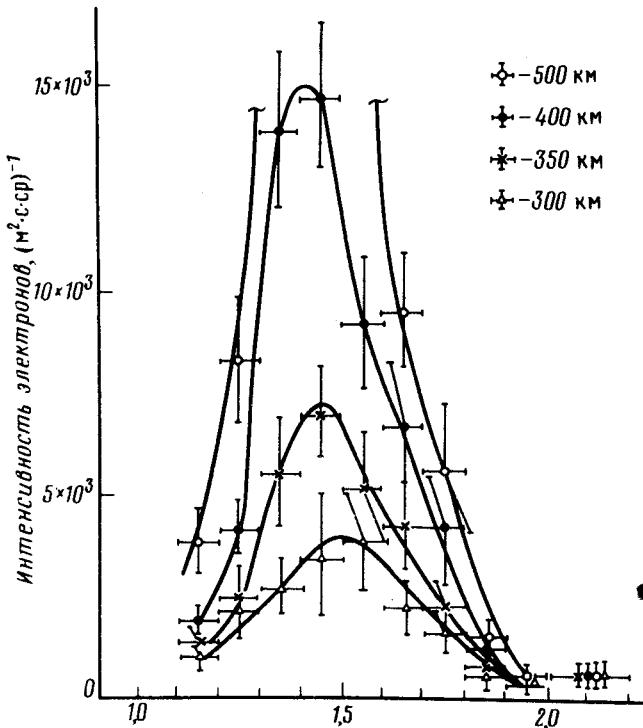


Рис. 2.

Рис. 2. Зависимость максимального потока электронов с энергией $20 \div 350$ МэВ и питч-углом 90° во внутреннем радиационном поясе от номера магнитной оболочки L для разных высот, измеренная в районе Бразильской магнитной аномалии

Эта величина соответствует потокам, регистрируемым под радиационным поясом. Во второй области с уменьшением B , что соответствует перемещению по магнитной силовой линии к геомагнитному экватору и соответственно удалению от поверхности Земли, наблюдается значительное возрастание потока электронов вплоть до значений $\sim 10^4 (\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{ср})^{-1}$, начиная с которых возможности аппаратуры не позволяли проводить измерения. Приведенная на рис. 1 шкала высот соответствует данным значениям B для указанной оболочки в центре Бразильской аномалии. В данном случае граничное значение $B \sim 0,22$ Гс находится на высоте ~ 200 км. Как известно высота ~ 200 км является минимальной высотой зеркальных точек, при которой захваченные магнитным полем частицы, практически не поглощаются в остаточной атмосфере. Таким образом зарегистрированные на оболочке $L = 1,1 \div 1,2$ и $B \lesssim 0,22$ Гс высокозэнергичные электроны являются частицами радиационного пояса.

Зависимости подобные, приведенной на рис. 1, были получены для различных L , что позволило получить распределения максимальных потоков электронов с энергией $20 \div 350$ МэВ и питч-углами $\sim 90^\circ$ от номера оболочки для различных высот в районе Бразильской аномалии, приведенные на рис. 2. Из рис. 2 видно, что потоки высокоэнергичных электронов достигают величины $\gtrsim 10^4 (\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{ср})^{-1}$ и сосредоточены на магнитных оболочках $L \approx \gtrsim 1,1 \div 1,8$.

Таким образом электроны с энергией более нескольких десятков МэВ являются существенным компонентом радиационного пояса Земли.

Обнаружение электронов высоких энергий в радиационном поясе Земли инициировало ряд теоретических и расчетных работ, в которых на основе различных механизмов (ядерное взаимодействие, ускорение в магнитосфере и т. д.) предпринимаются попытки объяснить это явление.

Авторы благодарят за помощь в обработке первичной информации Р.Н.Чаркова, Н.Г.Полухину и О.Н.Кондакову.

Литература

1. Хесс В. Радиационный пояс и магнитосфера. М.: Атомиздат, 1972 г.
2. Гальпер А.М., Грачев В.М., Дмитренко В.В., Кириллов-Угрюмов В.Г., Ляхов В.А., Рюмин В.В., Улин С.Е., Швец Н.И. Известия АН СССР, сер. физ., 1981, 45, 637.
3. Гальпер А.М., Грачев В.М., Дмитренко В.В., Кириллов-Угрюмов В.Г., Ляхов В.А., Рюмин В.В., Улин С.Е., Швец Н.И. Космические исследования, 1981, 19, 645.
4. Басилова Р.Н., Гусев А.А., Пугачева Г.И., Титенков А.Ф. Геомагнетизм и аэрономия, 1982, 22, 671.
5. Шарвина К.М. Геомагнетизм и аэрономия, 1982, 22, 861.
6. Никольский С.И., Синицына В.Г. Препринт ФИАН №11, 1983.
7. Гальпер А.М., Грачев В.М., Дмитренко В.В., Кириллов-Угрюмов В.Г., Кондакова О.Н., Рассомахина Н.Г., Улин С.Е. Сб. "Элементарные частицы и космические лучи". М.: Атомиздат, с. 26.
8. Гальпер А.М., Грачев В.М., Костромин В.М., Полухина Н.Г., Смирнов Г.И., Требуховский Ю.В., Улин С.Е. Препринт ИТЭФ, №145, М., 1982.