

УДК 523.165:523.164.43

**В. В. Суворов**  
**М. В. Тельцов**

**ОРБИТАЛЬНЫЕ СПЕКТРЫ  
 ГАЛАКТИЧЕСКОГО КОСМИЧЕСКОГО  
 ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ДВУХ МОДЕЛЕЙ  
 ЛОКАЛЬНЫХ СПЕКТРОВ**

Оценка воздействия радиации на материалы, расчет дозиметрических характеристик, а также решение ряда других физических задач требует знания спектров проникающих частиц, проинтегрированных за время нахождения космического аппарата на орбите.

В частности, на малых удалениях от Земли существенное значение имеет протонный компонент галактического космического излучения. В связи с необходимостью вычисления локальных спектров в большом числе точек орбиты возникает вопрос о возможно более простом способе их получения. Часто для этого используется значение вертикальной жесткости обрезания, вычисленной, например, по формуле

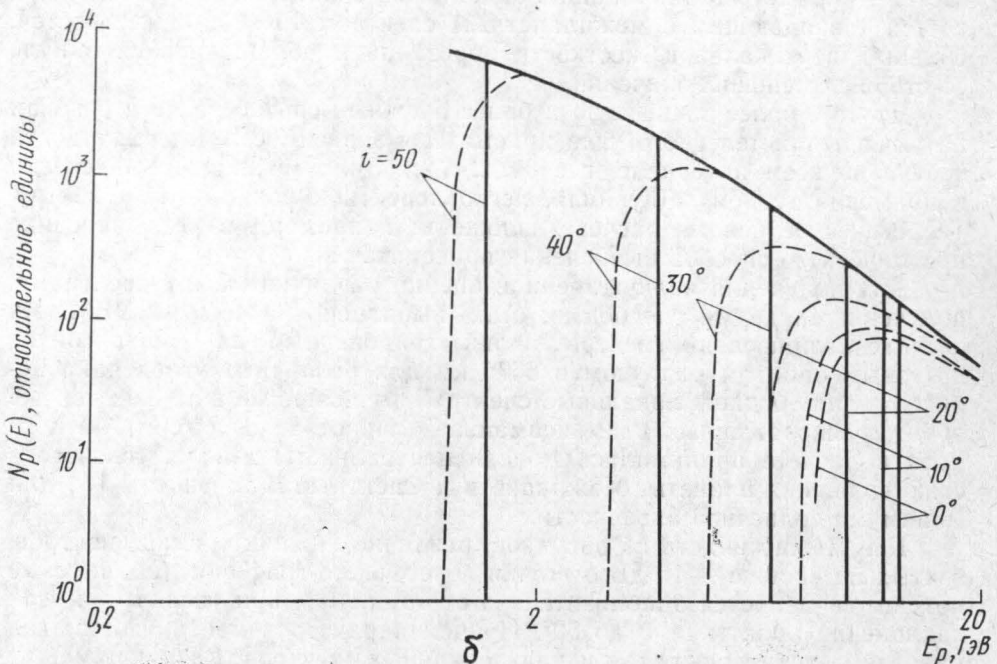
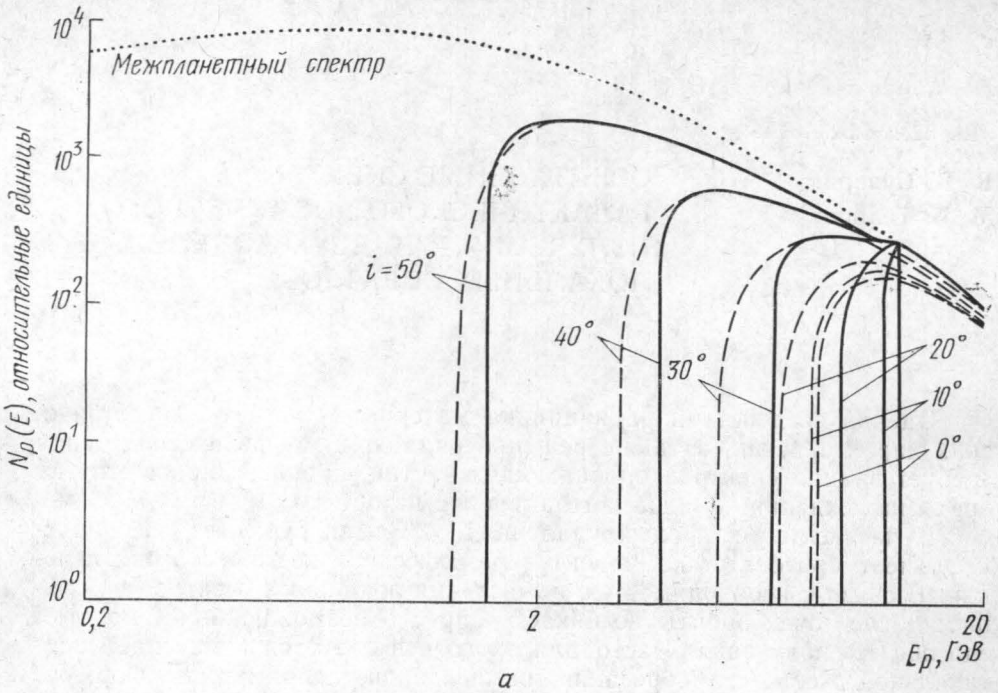
$$P_{\text{верт}} = 14,8 (1/L)^2, \text{ ГВ},$$

где  $L$  — параметр Мак-Илвайна. Локальный спектр в таком случае считается совпадающим с межпланетным спектром ГКИ для жесткостей, больших вертикальной жесткости обрезания и обращающихся в нуль со стороны меньших значений.

Другой, более точный, но и более сложный способ расчета основан на вычислении телесного угла приема  $\Omega$  в зависимости от жесткости частиц во всем интервале, где  $0 < \Omega < 2\pi$ . Зная межпланетный спектр и применяя теорему Лиувилля, легко перейти к локальному спектру. Теоретические основы расчета изложены, например, в [1], описание практического способа вычисления приводится в [2].

Для получения количественной оценки различия между спектрами, полученными двумя способами, был выполнен расчет на ЭВМ. На рисунке *а*, приведены спектры, проинтегрированные за один виток по круговым орбитам радиусом в 6670 км для различных углов наклона. На рис. *б* даны локальные спектры, вычисленные в точках тех же орбит, расположенных на максимальных широтах. Для геомагнитного поля в расчете принималась модель центрального диполя, соосного с осью вращения планеты. Межпланетный спектр взят из работы [3] для минимума солнечной активности.

Как можно видеть из рисунков, различие нижних границ спектров, взятых по уровню — 10 дБ от точки пересечения графиков (одинаковые потоки), изменяется приблизительно от 50 до 10% при увеличении угла наклона орбиты от 0 до 50°. Причем характер изменения одинаков как для одновитковых, так и для локальных спектров. Различие между спектрами наблюдается в основном для жесткостей больших или примерно равных вертикальной жесткости обрезания (рис. *б*) и для одновитковых спектров относится к участку орбиты вблизи точки максимальной широты. Но раз это так, то изменение различия между спек-



Спектры протонов, вычисленные по вертикальной жесткости обрезания (сплошные линии) и по конусам Штермера (пунктирные линии): а — проинтегрированные за один виток; б — в точке орбиты на максимальной широте

рами, вычисленными двумя способами, при переходе к мультипольному представлению для геомагнитного поля будет обусловлено главным образом изменением максимальной широты точки орбиты. А это сводится фактически к взятию пар спектров (рис. а) с несколько измененными углами наклона орбиты.

Из сказанного следует, что выполненная оценка сохраняет значение при переходе к более точной модели геомагнитного поля. И, в частности, полученные результаты могут быть использованы при оптимизации процедуры расчета в реальном поле. Заметим, что практический дозиметрический расчет требует учета таких источников, как альбедные протоны, продукты размножения частиц в веществе объекта и т. д., которые не рассматриваются в настоящей работе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дорман Л. И., Смирнов В. С., Тясто М. И. Космические лучи в магнитном поле Земли. М., 1971.
2. Суворов В. В., Тельцов М. В. «Вестн. Моск. ун-та. Физ., астроном.», 1977, 18, № 3, 41.
3. Чарахчьян А. Н., Чарахчьян Т. Н. «Геомагнетизм и астрономия», 1970, 2, 240.

Поступила в редакцию  
29.8 1977 г.  
НИИЯФ