

ПЯТИМИНУТНЫЕ ПУЛЬСАЦИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ЖЕСТКОГО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ

*А.М.Гальпер, В.Г.Кириллов-Урюмов,
А.В.Курочкин, Н.Г.Лейков, Б.И.Лучков*

В серии полетов на высотных аэростатах, проводившихся на различных геомагнитных широтах, наблюдались квазипериодические вариации интенсивности атмосферных γ -квантов (энергия больше 40 МэВ) с периодом около 5 минут, характерным для колебаний солнечной поверхности.

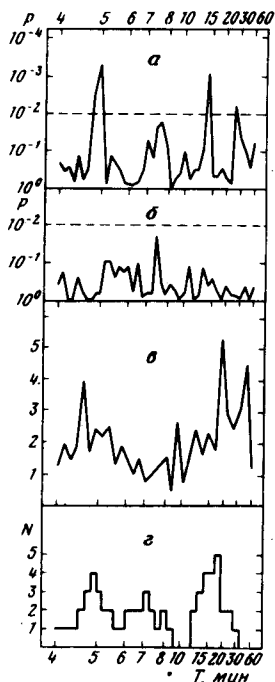
Ранее сообщалось об обнаружении в верхних слоях атмосферы квазипериодических пульсаций интенсивности γ -излучения в диапазоне периодов 10 — 40 мин [1]. В настоящей работе привлечен существенно больший объем экспериментальных данных и расширена область исследуемых частот.

Регистрация γ -излучения осуществлялась γ -телескопом с искровыми камерами. Энергетический порог прибора — 40 МэВ, геометрический фактор — $115 \text{ см}^2 \cdot \text{стерад}$, апертура — $\pm 40^\circ$. Более подробное описание дано в [2]. В период с 1972 по 1979 г. проведено пять полетов на высотных аэростатах. Результаты измерений относятся к высотам 4 — 10 г/см² остаточной атмосферы. Длительность измерений в отдельном полете была от 5 до 12 часов.

Анализ временных вариаций проводился для периодов в диапазоне 4 — 60 мин. Использовался метод вычисления спектральной плотности $I(\omega_k)$ на конечном отрезке времени [3]. Предварительно данные подвергались высокочастотной фильтрации, в результате из экспериментального ряда исключались вариации с периодами более 90 мин. Для сравнения периодограмм полетов, имевших различную длительность, обработка производилась на отрезке времени стандартной длины, которая была выбрана равной трем часам. При этом имелась возможность проследить динамику исследуемых процессов в течение полета, для чего спектральная плотность вычислялась на скользящем с шагом 30 мин трехчасовом отрезке. В качестве наиболее общей характеристики уровня флуктуаций применялась интегральная спектральная плотность $J = \sum_k I(\omega_k)$, где k — номер гармоники в разложении Фурье ($k = -1, 2, \dots, 43$).

Для полетов, имевших наибольшую длительность, было установлено, что изменения величины J во времени нельзя объяснить случайными флуктуациями "белого шума". Поэтому для дальнейшего анализа выбирались неперекрывающиеся отрезки времени, для которых J превосходила ожидаемый уровень не менее, чем за два стандартных отклонения. В данных по всем полетам имелось пять таких трехчасовых отрезка. Результат усреднения пяти соответствующих периодограмм представлен на рис. а. Наиболее достоверно выделяется период около 5 минут. Присутствуют также пульсации с большими периодами, которые обсуждались в [4]. Пятиминутные пульсации надежно выделяются по

отдельности в большинстве полетов, а также при усреднении независимых периодограмм по всему объему данных. Их амплитуда менялась, достигая на отдельных отрезках времени 20%.



a — Периодограмма флуктуаций интенсивности жесткого γ -излучения в верхних слоях атмосферы; *б* — периодограмма, полученная в методическом эксперименте на уровне моря; (на рис. *a, б* по оси ординат P -вероятность случайного появления наблюдаемого или большего значения спектральной плотности для индивидуальной гармонички); *в* — спектр колебаний радиуса Солнца [8], по оси ординат относительные единицы; *г* — квазипериодические флуктуации радиоизлучения Солнца [10], N — число появлений того или иного достоверного периода.

Анализ служебной информации аэростатных полетов не выявил возможных методических причин колебаний темпа счета прибора. Был также поставлен методический эксперимент в лабораторных условиях, в котором γ -телескоп был настроен на регистрацию космических мюонов. Полученные периодограммы не имели выделенных периодов, результат их усреднения приведен на рис. 6.

По оптическим наблюдениям хорошо известны 5-минутные осцилляции в солнечной атмосфере [5]. Недавно получено доказательство их крупномасштабного характера [6], т. е. показано, что имеют место радиальные колебания Солнца как целого с данным периодом.

Доминирующее положение периода около пяти минут в наших измерениях и в колебаниях Солнца указывает на генетическую связь 5-минутных пульсаций интенсивности атмосферного γ -излучения с процессами, происходящими на Солнце.

В ряде работ [7 — 9] кроме 5-минутных наблюдались также солнечные осцилляции с периодами в диапазоне 10 — 60 минут (рис. 6), которые, по-видимому, имеют нестабильный характер. Обращает на себя внимание наличие выделенных периодов и для флуктуаций радиоизлучения Солнца в декаметровом диапазоне длин волн [10] (рис. 6).

Вопрос о механизме передачи колебаний от Солнца к Земле пока остается открытым. Отметим только, что полет 5.07.76 г, в котором отсутствовали пульсации γ -излучения, выделен среди остальных исключительно низкой солнечной активностью в этот период.

Авторы благодарят Ю.Т.Юркина за участие в создании у-телескопа и большую помощь в проведении экспериментов.

Московский
инженерно-физический институт

Поступила в редакцию
28 сентября 1979 г.

Литература

- [1] А.М.Гальпер, В.Г.Кириллов-Угрюмов, А.В.Курочкин, Н.Г.Лейков, Б.И.Лучков, Ю.Т.Юркин. Письма в ЖЭТФ, 24, 426, 1976. (
 - [2] А.М.Гальпер, А.В.Курочкин, Н.Г.Лейков, Б.И.Лучков, Ю.Т.Юркин. ПТЭ, №1, 50, 1974. (
 - [3] М.Г.Серебрянников, А.А.Первозванский. Выявление скрытых периодичностей, М., 1965. (
 - [4] С.А.Воронов, В.М.Грачев, В.В.Дмитренко, А.В.Курочкин, Б.И.Лучков, С.Е.Улин, Ю.Т.Юркин. Космические исследования, 17, 114, 1979.
 - [5] R.V.Leighton, R.W.Noyes, G.W.Simon. *Astrophys. J.*, 135, 474, 1962.
 - [6] P.H.Dittmer, P.H.Scherrer, J.M.Wilcox. *Solar Phys.*, 57, 3, 1968. (
 - [7] H.A.Hill, R.D.Rosenwald, T.P.Caudell. *Astrophys. J.*, 225, 304, 1978.
 - [8] T.M.Brown. *Astrophys. J.*, 230, 255, 1979.
 - [9] E.G.Chipman. *Solar Phys.*, 55, 277, 1977. (
 - [10] Э.П.Абранин, Л.Л.Базелян, М.В.Быстров, Ю.П.Пончаров, М.М.Кобрин, С.Д.Снегирев. Письма в АЖ, 4, 559, 1978. (
-