

**ИМПУЛЬСНОЕ ВОЗРАСТАНИЕ
ИНТЕНСИВНОСТИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЦА
10 ДЕКАБРЯ 1970 г.**

*Г. Е. Кочаров, Ю. Е. Чариков, А. А. Харченко,
Г. В. Гусев, А. В. Баскаков*

Настоящая работа посвящена рассмотрению особенностей всплеска рентгеновского излучения Солнца, зарегистрированного спектротрической аппаратурой РИФМА [1], установленной на передвижной автоматической лаборатории "Луноход-1" [2]. В соответствии с возможностями аппаратуры определялись энергия и время прихода каждого отдельного кванта, что позволило изучить динамику генерации солнечных рентгеновских лучей. Диапазон энергии регистрируемых рентгеновских квантов определяется геометрией и режимом работы пропорциональных счетчиков и конкретными условиями эксперимента. Для обсуждаемого случая диапазон энергии составляет $15 \div 30$ кэв.

На рис. 1 представлена зависимость скорости счета рентгеновских квантов в детекторе от времени, позволяющая определить временные характеристики всплеска: начало – $18^h 44^m 16^s$ по московскому времени 10 декабря 1970 г., максимум интенсивности достигается через 8 сек после начала; характерное время уменьшения интенсивности составляет 15 сек; полная длительность ~ 1 мин.

Как уже отмечалось, возможности аппаратуры позволяли определять энергетические спектры импульсов в детекторе для любых конечных интервалов времени. Некоторые из них представлены на рис. 2 и 3. Подъем спектра обусловлен возрастанием вероятности прохожде-

ния квантов через слой вещества, окружающего рабочий газ счетчика, с увеличением энергии. Спадающая же часть определяется в основном формой энергетического спектра рентгеновского излучения. Исходя из общепринятых представлений (см., например, [3, 4]) о степенном спектре рентгеновских квантов, рассчитывались дифференциальные спектры для различных значений показателя γ . Рассмотрение показывает, что в момент максимума интенсивности наилучшее согласие с экспериментальными результатами получается для $\gamma = 5 \div 6$. С течением времени спектр становится более жестким и через 44 сек после максимума показатель становится равным 2.

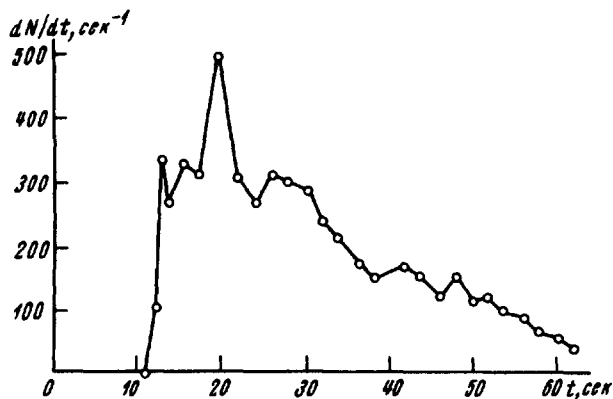


Рис. 1. Зависимость скорости счета в детекторе от времени. Нуль шкалы времени соответствует 18^h 44' 05''

Как известно [4, 5], в настоящее время обсуждаются три возможные механизма генерации рентгеновского излучения Солнца: квазитепловое излучение плазмы, нетепловое с импульсной инжекцией и нетепловое с непрерывной инжекцией электронов в область генерации рентгеновских лучей. Совокупность приведенных выше результатов свидетельствует в пользу нетеплового механизма с импульсной инжекцией.

Временная зависимость спада интенсивности рентгеновского излучения в модели импульсной инжекции определяется процессом взаимодействия электронов с окружающей плазмой и не зависит от механизма ускорения. Время жизни электронов определяется формулой

$$t = \frac{7,25 \cdot 10^7}{n} E^{3/2} \text{ сек}, \quad (1)$$

где n — плотность ионов в плазме в см^{-3} , E — кинетическая энергия электронов в килоэлектронвольтах. Для $E = 20 \text{ кэВ}$ и $t = 15 \text{ сек}$, получаем $n \approx 5 \cdot 10^9 \text{ см}^{-3}$. Общее количество быстрых электронов дается выражением:

$$N_e \approx C(\delta) \epsilon \frac{dl(\epsilon)}{d\epsilon}, \quad (2)$$

где $C(\delta)$ – коэффициент, зависящий от показателя δ спектра электронов, ϵ – энергия рентгеновского излучения, $dI/d\epsilon$ – дифференциальный спектр рентгеновских квантов. Согласно [4, 6] $\delta = \gamma - (0,5 \div 0,7)$, т. е. для момента времени, соответствующего максимуму интенсив-

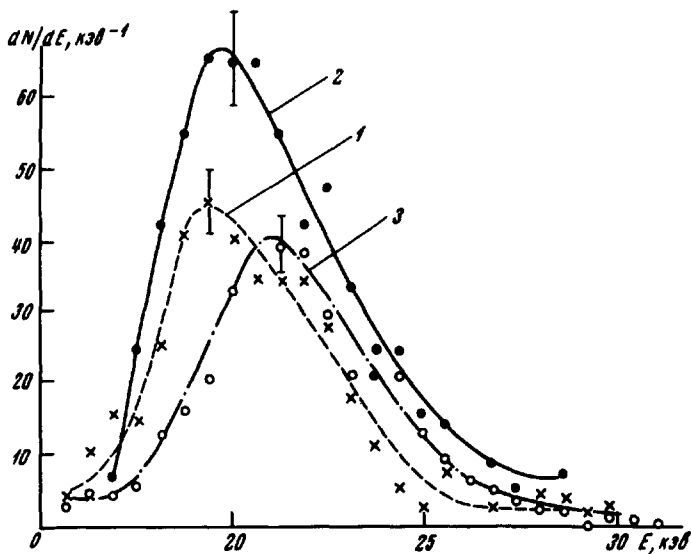


Рис. 2. Зависимость скорости счета от энергии рентгеновских лучей: 1 – 4 ÷ 6 сек после начала всплеска, 2 – 9 ÷ 10 сек после начала всплеска, 3 – 17 ÷ 20 сек после начала всплеска

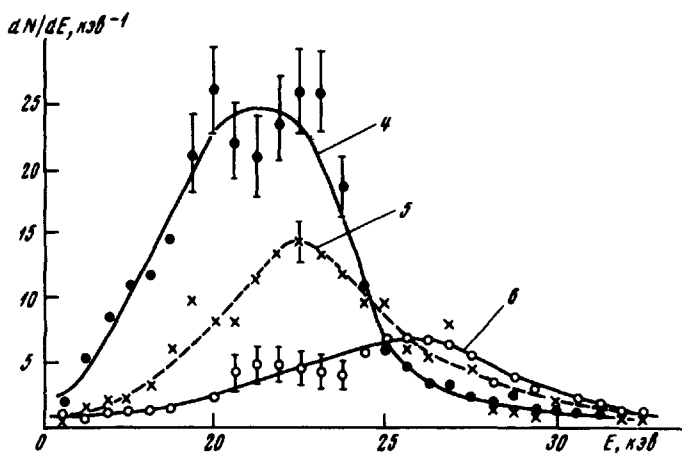


Рис. 3. Зависимость скорости счета от энергии рентгеновских лучей: 1. – 25 ÷ 27 сек, после начала всплеска, 2 – 34 ÷ 39 сек после начала всплеска, 3 – 41 ÷ 48 сек после начала всплеска

ности, значение δ находится в интервале $4 \leq \delta \leq 5$. Считая $\delta = 4, 5$, получаем $C(4, 5) = 2 \cdot 10^{32} \text{ см}^{-1} \cdot \text{сек}$ и $N_0 \approx 8 \cdot 10^{36} \text{ электрон/вспышка}$. Полную энергию быстрых электронов в области вспышки можно представить в виде $E_0 = E_C + E_T + E_Y + E_K$, где E_C и E_T потери

энергии на столкновения и тормозное излучение в области вспышки; E_y — полная энергия электронов, покидающих область вспышки; E_K — потери энергии на столкновения в короне. В рассматриваемом случае $E_0 \approx 10^{29}$ эрг; $E_C \approx 8 \cdot 10^{28}$ эрг; $E_T \approx 8 \cdot 10^{24}$ эрг; $E_y \approx 8 \cdot 10^{26}$ эрг и $E_K \approx 2 \cdot 10^{28}$ эрг.

В заключение с благодарностью отмечаем, что кратковременное изменение скорости счета в энергетическом спектре в районе 20 кэв было замечено В.С.Елецким. Выражаем благодарность участникам семинара Г.Е.Кочарову и С.И.Сыроватскому за полезные дискуссии.

Физико-технический институт
им. А.Ф.Иоффе
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
29 декабря 1971 г.

Литература

- [1] Г.Е.Кочаров, Н.Ф.Бородулин, С.В.Викторов, О.М.Воропаев, А.Ю.Дзевановская, О.Г.Иванов, Г.В.Кирьян, В.В.Петров; В.А.Сакульский. Передвижная лаборатория на Луне — Луноход-1. Изд. Наука, 1971, стр. 89.
- [2] Передвижная лаборатория на Луне — Луноход-1, под редакцией А.П.Виноградова, Изд. Наука, 1971 г.
- [3] К.А.Anderson, S.R.Kane, R.P.Lin. Труды международного семинара по проблеме "Генерация космических лучей на Солнце", Ленинград, 1970, стр. 269.
- [4] J.C.Brown. Solar Phys., 18, 489, 1971.
- [5] T.A.Chubb, R.W.Kreplin, H.Friedman. J.Geophys. Rev., 71, 3611, 1966.
- [6] R.P.Lin, H.S.Hudson. Solar Phys., 17, 412, 1971.