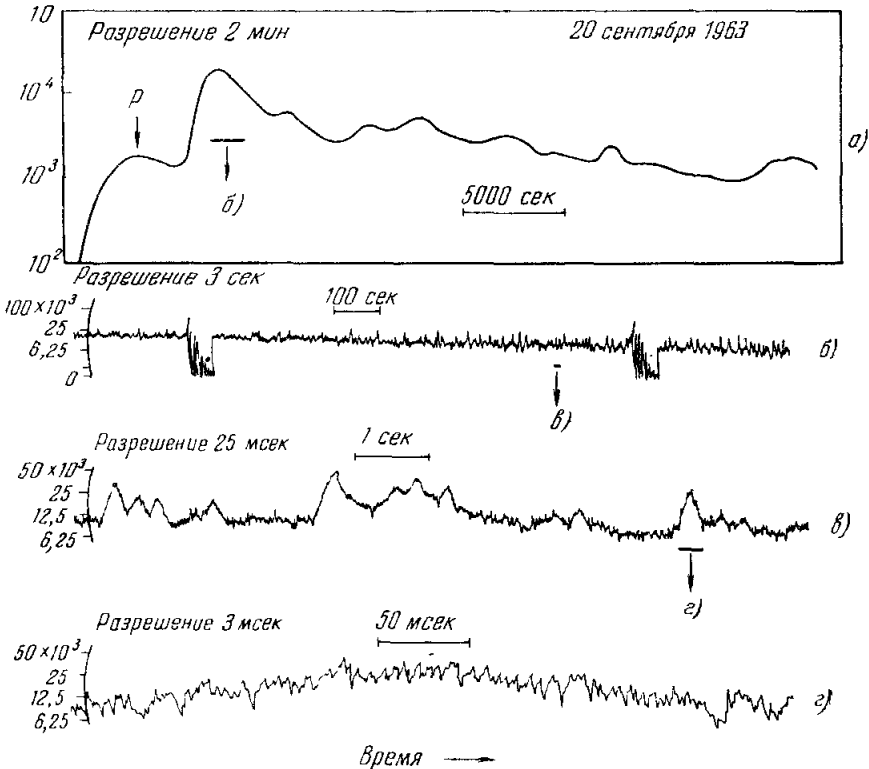


523.14

СТРУКТУРА ВСПЫШЕК РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЗОНЕ ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЙ

В высоких широтах в ионосферу часто высыпаются электроны с энергиями 1—100 кэв. Высыпание этих электронов приводит к разнообразным физическим процессам: дополнительной ионизации и поглощению радиоволн, полярным сияниям, тормозному рентгеновскому излучению при столкновениях этих электронов с молекулами нейтрального газа на высотах $90 \div 100$ км — и сопровождается также вариациями геомагнитного поля. Такова важная геофизическая роль этих потоков электронов



(и протонов), почти непрерывно бомбардирующих полярную атмосферу. Существенно и чисто практическое значение этих эффектов (нарушение радиосвязи).

Наряду с геофизической значимостью эти процессы представляют и большой физический интерес. Как выяснилось недавно (например, в¹), высыпание электронов происходит не непрерывным потоком, а «микровспышками» со сложной временной и пространственной структурой. Объяснение этой структуры находится пока на уровне качественных гипотез, и встает задача создания настоящей количественной теории эффекта.

В данном реферате излагаются наблюдения только одного из эффектов высыпавшихся электронов — их тормозного рентгеновского излучения. Оно интенсивно на малых высотах (~ 100 км) и потому может изучаться не только с помощью ракет, но и приборами, установленными на воздушных шарах-зондах. Более того, воздушные шары имеют существенное преимущество по сравнению с ракетами — их малая скорость относительно Земли позволяет отличить пространственные изменения от временных.

Характерная продолжительность микровспышки $0,1 \div 0,3$ сек¹, интервал между вспышками — $1 \div 1,2$ сек^{1,2}, причем как шары, так и ракеты дали согласные между собой результаты.

На рисунке показана одна и та же экспериментальная кривая (по оси ординат — темп счета, по оси абсцисс — время), но с различной разверткой по времени: а) с разрешением в 2 мин, б) 3 сек, в) 0,025 сек, г) 0,003 сек. Более высокое разрешение по времени никаких деталей не добавляет.

В работе¹ была выдвинута гипотеза о связи этих вспышек с импульсами магнитного поля, наблюдаемыми в переходном слое ($(12,7 \div 14,3)R_3$; R_3 — радиус Земли)

^{1/2} 11 УФН, т. 93, вып. 4

спутником «Пионер-1». Оставалось неясным, почему такие импульсы магнитного поля содержат энергичные электроны, создающие рентгеновские вспышки. Ответ на этот вопрос был дан в работе ³: импульсы поля, обнаруженные «Пионером-1», — косые электронные волны большой амплитуды, где вихревое электрическое поле ускоряет электроны до энергий ионов.

В работе ⁴ была изучена пространственная структура рентгеновских вспышек. Для этой цели на воздушном шаре был поднят специальный рентгеновский телескоп, состоящий из четырех труб, установленных под разными углами к горизонту, каждая из которых на высоте измерений давала обзор в круге диаметром 20 км. Эти трубы представляли собой направленные детекторы и регистрировали лишь фотоны, летевшие вдоль оси трубы. По различию между показаниями в разных трубах удалось измерить характерный пространственный размер L области вспышки на высотах ~ 100 км: $L \sim 40$ км.

Обнаружено также перемещение вспышек с запада на восток со скоростью 300 м/сек, обусловленное, очевидно, аналогичным движением источника быстрых электронов. Морфология явлений высыпания весьма сложна. Например, протоны тех же энергий ($10^1 - 10^2$ кэв) тоже высыпаются в полярную атмосферу. Но ночью их потоки в 5 раз больше, чем днем. Причина такого различия непонятна. Возможно, что в полярные области приходят две группы частиц с различными спектрами и механизмами ускорения: из турбулентного пограничного слоя на подсолнечной стороне и из турбулентного магнитного хвоста Земли.

М. Г.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. K. Anderson, D. Milton, J. Geophys. Res. 69, 4457 (1964).
2. M. Lampton, K. Anderson, Trans. Amer. Geophys. Union 47, 138 (1966).
3. М. Гинцбург, Косм. исслед. 4, 296 (1966).
4. G. Parks, J. Geophys. Res. 72, 215 (1967).