

## ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ ШИРОКИХ АТМОСФЕРНЫХ ЛИВНЕЙ

*В.Б.Анрашкевич, О.В.Веденеев, Г.Б.Христиансен*

В течение последних лет комплексная установка МГУ для исследования широких атмосферных ливней (ШАЛ) была дополнена системой из 10 горизонтальных полуволновых вибраторов для регистрации радиоизлучения в индивидуальном ливне на частоте 30 МГц (см., например, [1]) при полосе пропускания 4 МГц. Часть вибраторов на расстояниях 60, 80 и 200 м была размещена парами, так что в каждой паре оси вибраторов составляли угол  $90^\circ$ . При этом оси вибраторов были ориентированы либо в направлении запад – восток, либо в направлении север – юг. За 7000 час эксплуатации установки нами зарегистрировано 53 ШАЛ, давших радиопульсы  $\geq 50$  мкс каждый в трех или более полуволновых вибраторах установки. Такое требование позволило полностью освободиться от помех (см. подробнее [2]). Интересно отметить, что из 53 "радио-

ливней" 40 ливней пришло из северного квадранта и 13 из южного, что еще раз доказывает геомагнитную природу основной части регистрируемых радиоливней (см. также [3 – 5]). Следует также отметить, что из 26 ливней, зарегистрированных одновременно двумя компонентами хотя бы одной пары крестообразно расположенных вибраторов, 23 в пределах ошибок согласуются с геомагнитной теорией радиоизлучения и 3 ливня резко противоречат предсказаниям не только геомагнитной теории [6 – 8], но и других известных теорий радиоизлучения [9, 10]<sup>1)</sup>.

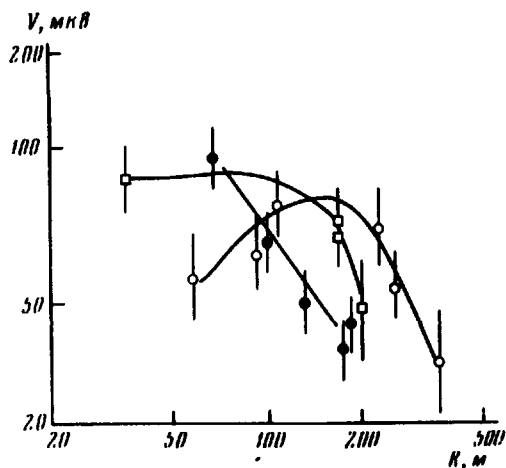


Рис. 1. Пространственное распределение радиоизлучения в индивидуальных ливнях

$R, \text{ м}$	Количество ливней	$\bar{n}$	$\sqrt{(n - \bar{n})^2}$	$(N_{\mu}/N_{\bullet}) \cdot 10^2$
25 – 50	5	$0,3 \pm 0,2$	0,4	< 2
	1	- 0,1	—	> 2
	6	$0,2 \pm 0,2$	0,4	
50 – 100	15	$0,5 \pm 0,1$	0,3	< 2
	6	$-0,4 \pm 0,1$	0,2	> 2
	19	$0,2 \pm 0,1$	0,5	
100 – 200	16	$0,9 \pm 0,1$	0,6	< 2
	7	$0,5 \pm 0,2$	0,6	> 2
	23	$0,8 \pm 0,1$	0,6	
200 – 300	10	$2,0 \pm 0,3$	0,9	< 2
	3	$2,0 \pm 0,1$	0,1	> 2
	13	$2,0 \pm 0,2$	0,8	
> 300	3	$2,2 \pm 0,4$	0,7	< 2
	2	$4 \pm 1$	1	> 2
	5	$2,9 \pm 0,5$	1,2	

<sup>1)</sup>Интересно, что в каждом из этих ливней показания трех пар вибраторов, расположенных на разных расстояниях от оси, находятся в согласии между собой и одновременно свидетельствуют об упомянутом противоречии.

Система полуволновых вибраторов, использованная нами, позволяет наблюдать пространственное распределение радиоизлучения в индивидуальных ливнях в диапазоне расстояний от 25 до 400 м от оси ливня. Хотя пространственное распределение радиоизлучения в индивидуальном ливне можно описать гладкой  $\varphi$  функцией, вид этой  $\varphi$  функции сильно  $\varphi$  флукутирует от ливня к ливню. На рис. 1 показаны масштабы этих  $\varphi$  флукутаций. Для получения усредненной функции пространственного распределения необходимо в принципе осуществить пересчет от наблюдаемой амплитуды радиоимпульса  $V$  в ливне с заданным числом электронов  $N_e$  и мюонов  $N_\mu^{1)}$  к амплитуде радиоимпульса в ливне с некоторым средним значением  $N_e$  и  $N_\mu$ . Ввиду больших флукутаций потоков радиоизлучения, а также ввиду того, что точная зависимость  $V(N_e, N_\mu)$

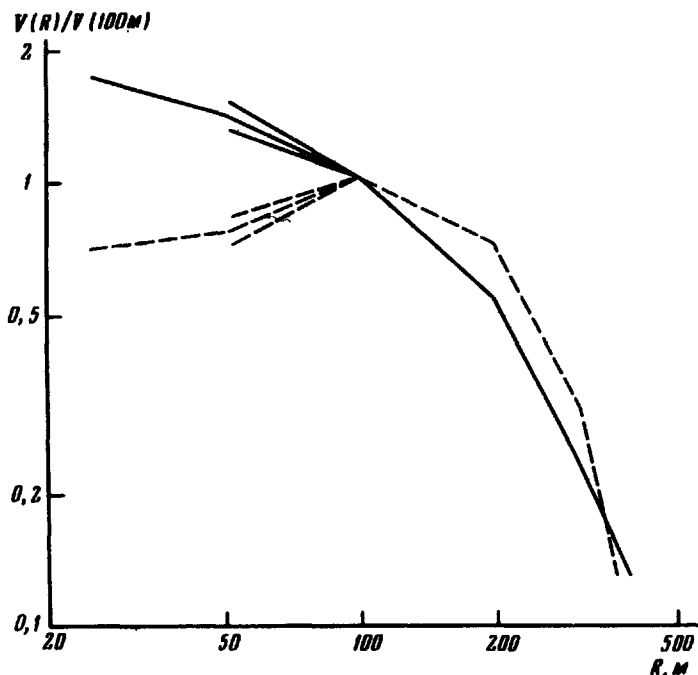


Рис. 2. Пространственное распределение радиоизлучения в ливнях с большими (пунктирная кривая) и малыми (сплошная кривая) значениями  $N_\mu/N_e$ .

неизвестна, мы определили усредненную функцию следующим образом. Для каждого индивидуального ливня в интервале расстояний от оси  $R_i - R_{i+1}$  определялся показатель  $n_i$  функции  $V(R) \sim 1/R^{n_i}$ . Далее для каждого интервала  $R_i - R_{i+1}$  было найдено среднее по всей совокупности зарегистрированных ливней значение  $\bar{n}_i$ , а также дисперсия  $(n_i - \bar{n}_i)^2$ . Средние значения и дисперсии показателей для всей совокупности "радиоливней" приведены в таблице. <sup>2)</sup> В той же таблице приведены значения  $\bar{n}_i$  и  $\sqrt{(n_i - \bar{n}_i)^2}$  для слу-

<sup>1)</sup> Эти значения определяются с хорошей точностью с помощью комплексной установки МГУ (см., например, [11]).

<sup>2)</sup> В таблице не учтены "радиоливни", резко противоречащие по поляризации всем существующим теориям.

чая классификации наблюдаемых "радиоливней" по параметру  $N_{\mu}/N_{e}$ . Как известно, этот параметр при заданном значении  $N_{\mu}$  характеризует положение максимума регистрируемого ливня<sup>1)</sup>.

Как видно из таблицы и из рис. 2, существует качественное различие между пространственным распределением радиоизлучения в ливнях с большими и малыми значениями  $N_{\mu}/N_{e}$ . В области расстояний от оси  $R = 25 + 100$  м функция  $V(R)$  для больших  $N_{\mu}/N_{e}$  падает по мере приближения к оси, для малых  $N_{\mu}/N_{e}$ , наоборот, наблюдается некоторый рост (см. также рис. 3).

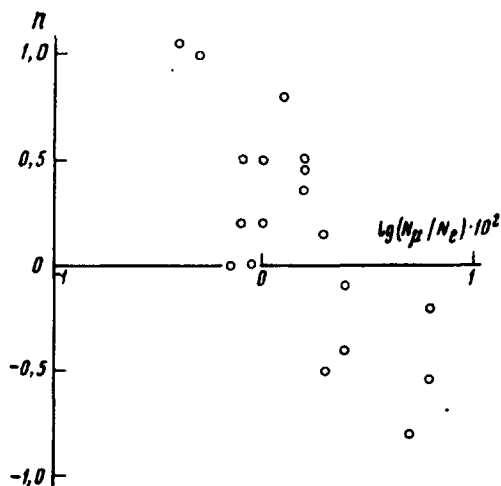


Рис. 3. Наблюдающаяся на эксперименте корреляция между показателем  $n$  степенной функции пространственного распределения радиоизлучения ( $V \sim 1/R^n$ ) на расстояниях от 50 до 100 м от оси ливня и величиной  $\lg(N_{\mu}/N_e) \cdot 10^2$ . Коэффициент корреляции  $k[n, \lg(N_{\mu}/N_e)] = -0,7 \pm 0,1$

Аналогичная корреляция наблюдается и между видом функции  $V(R)$  и экспериментальным параметром возраста ливня  $S$ <sup>2)</sup>.

Наблюдаемая особенность функции  $V(R)$ , по-видимому, связана с доминирующей ролью черенковского излучения дипольного момента П'АЛ, создаваемого магнитным полем Земли, на относительно малых расстояниях от оси ливня.

Институт ядерной физики  
Московского

государственного университета  
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию  
9 декабря 1970 г.

<sup>1)</sup> Чем больше  $N_{\mu}/N_{e}$ , тем больше расстояние между положением максимума ливня и уровнем наблюдения.

<sup>2)</sup> Этот параметр определяется для каждого ливня в предположении, что функция пространственного распределения электронов описывается семейством функций Нишимуры и Каматы.

## Литература

- [ 1 ] С.Н.Вернов, Г.Е.Христиансен, А.Т.Абросимов, В.Г.Атрашкевич, О.В.Беденеев, К.Ф.Пит. *Acta Phys. Hung.*, **29**, Suppl. 1, 1970.
  - [ 2 ] С.Н.Вернов, Г.Е.Христиансен, А.Т.Абросимов, В.Г.Атрашкевич, О.В.Беденеев, К.Ф.Пит. *Изв. АН СССР, сер. физ.*, **34**, 1995, 1970.
  - [ 3 ] С.Н.Вернов, Г.Е.Христиансен, И.И.Зальцовский, А.Т.Абросимов, В.Г.Атрашкевич, В.Д.Воловик, В.И.Соловьева, Е.С.Шматко. *Изв. АН СССР, сер. физ.* **32**, 467, 1968.
  - [ 4 ] J.R.Prescott, G.G.C.Palumbo, J.A.Galt, C.H.Costain. *Can. J.Phys.*, **46**, S246, 1968.
  - [ 5 ] F.R.Allan, R.V.Clay, J.K.Jones, A.T.Abrosimov, K.F.Neat. *Nature*, **222**, 635, 1969.
  - [ 6 ] F.G.Fahn, I.Ierche. *Proc. Roy. Soc.*, **A289**, 206, 1966.
  - [ 7 ] S.A.Colgate. *J.Geophys. Res.*, **72**, 4869, 1967.
  - [ 8 ] H.R.Allan. *J.Atmos. Terr. Phys.*, **29**, 1103, 1967; *Acta Phys. Hung.*, **29**, Suppl. 1, 1970.
  - [ 9 ] Г.А.Аскарьян. *ЖЭТФ*, **41**, 616, 1961; *ЖЭТФ*, **48**, 988, 1965.
  - [ 10 ] W.N.Charman, J.V.Jelley. *Can. J. Phys.*, **46**, S216, 1968.
  - [ 11 ] С.Н.Вернов, Г.Е.Христиансен, О.В.Беденеев, Н.Н.Калмыков, Г.В.Куликов, В.И.Соловьева. *Изв. АН СССР, сер. физ.*, **34**, 2000, 1970.
-