

УДК 551.594.21, 571.66

## ПЕЛЕНГАЦИОННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТЬЮ НА КАМЧАТКЕ В ПЕРИОД 23-ГО ЦИКЛА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

А.Н. Мельников, Г.И. Дружин, Н.В. Чернева

### MONITORING THUNDERSTORM ACTIVITY IN KAMCHATKA DURING SOLAR CYCLE 23

A.N. Melnikov, G.I. Druzhin, N.V. Cherneva

На Камчатке (в пункте наблюдения Паратунка) рассматриваются грозовые разряды, их суточная интенсивность и азимутальное распределение, зарегистрированные с применением ОНЧ-пеленгатора, регистрирующего грозы на расстоянии до 4000 км. Данные, полученные с помощью ОНЧ-пеленгатора, сравнивались с данными мировой сети станций по определению местоположения гроз WWLLN. Проведено сравнение зависимостей количества дней с грозой в году и числа принимаемых ОНЧ-пеленгатором излучений с числом солнечных пятен за период 23-го солнечного цикла. Корреляции между метеорологическими данными, предоставленными нам Гидрометеослужбой Камчатского края, количеством дней с грозой и числом солнечных пятен не обнаружено. Показано, что на фазе спада солнечной активности наблюдалось падение среднего количества принятых излучений от грозовых разрядов в период с 2001 по 2011 г.

We consider the thunderstorms registered at Paratunka site, Kamchatka, which were observed visually and by the means of VLF direction-finder registering thunderstorms at the distance up to 4000 km. Azimuthal distributions and intensities of thunderstorm discharges received by VLF direction-finder were compared with the data of world station network for detection of thunderstorm location WWLLN. We compared the dependence of the number of days with storms per year and the amount of storm radiation received by the VLF direction-finder with the number of sunspots for the period of the 23d solar cycle. The data from Hydrometeorological service of Kamchatka krai showed the absence of correlation between the number of days with storms with the number of sunspots. Direction-finding showed that at the phase of solar activity decay, within 2001 to 2011, decrease of the average amount of received radiation from thunderstorm discharges was observed.

Визуально грозы наблюдаются на Камчатке редко, преимущественно в теплый период, с июня по октябрь. Крайне редко наблюдаются грозы весной и зимой. Однако пеленгационные наблюдения показали, что на расстоянии до 4000 км от пункта Паратунка, расположенного на юге Камчатки, грозовые разряды в большом количестве регистрируются ежедневно.

На временных интервалах от нескольких дней до нескольких десятилетий было показано, что связь грозовой активности с числом солнечных пятен существует, по крайней мере в отдельных районах земного шара [Герман, Голдберг, 1981]. Однако нет никаких оснований считать, что связь между грозовой и солнечной активностью будет одинаковой для всех районов земного шара [Лихтер и др., 1969]. Целью данной работы является нахождение возможной связи грозовой активности, наблюдаемой на Камчатке, с уровнем солнечной активности за период 23-го цикла.

Проведем сравнение зависимостей от времени годового числа дней с грозой (по данным, предоставленным нам Гидрометеослужбой Камчатского края) с количеством солнечных пятен (рис. 1, а). Из рисунка видно, что в течение 2000–2011 гг. наблюдалось три максимума грозовой активности: первый наступил через два года после солнечного максимума, второй – через пять лет после него, третий максимум совпал с минимумом солнечной активности. Заметим, что по этим данным четкой зависимости грозовой активности на Камчатке от солнечной не наблюдается. Регистрация атмосфериков за 2001–2011 гг. показала, что в максимуме солнечной активности наблюдалось и максимальное число грозовых разрядов, затем происходило их постепенное уменьшение, а минимальное количество совпало с минимумом солнечной активности (рис. 1, б).

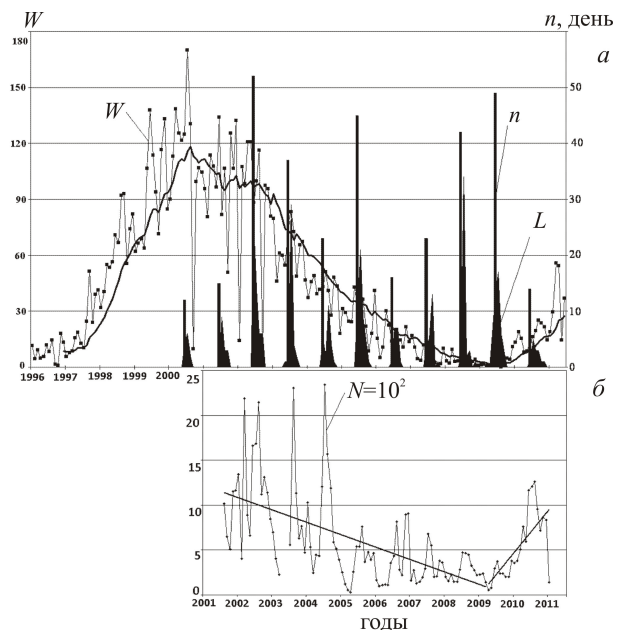


Рис. 1. Зависимости от времени: солнечной активности  $W$  (тонкая ломаная линия – количество солнечных пятен, жирная кривая – линия тренда), годового числа дней с грозой  $n$  на Камчатке, месячного числа дней с грозой  $L$  на Камчатке (а); среднечасовых значений импульсов от атмосфериков  $N$  (жирная линия – тренд), принятых пеленгатором (б).

Рассмотрим яркие события, которые визуально наблюдались и были зарегистрированы ОНЧ-пеленгатором.

Над полуостровом Камчатка 27 августа 2007 г. проходил мощный грозовой фронт, который сопровождался многочисленными молниями. Прохождение грозы над пунктом регистрации видно на рис. 2, а, когда 26 августа в конце суток (по UT) многочисленные грозовые разряды регистрировались с различных азимутальных направлений. Полученные распределения мы сравнили с распределениями на рис. 2, б, построенными на основе данных междуна-

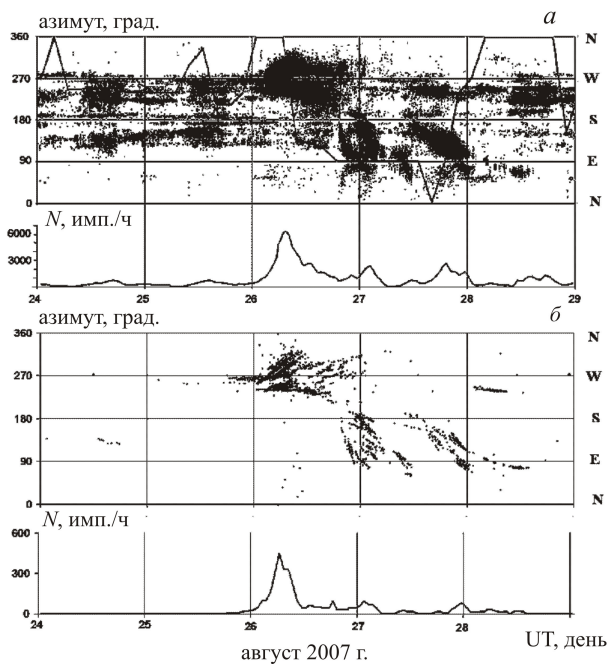


Рис. 2. Азимутальные распределения атмосфериков в п. Паратунка (Камчатка), построенные по данным пеленгационных наблюдений в п. Паратунка (кривой на графике азимутального распределения показано направление ветра) (а) и мировой сети станций WWLLN (б). Под азимутальными распределениями приведены зависимости количества атмосфериков  $N$  (имп./ч) от времени суток.

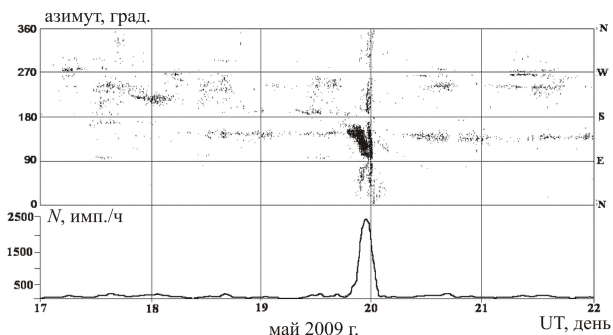


Рис. 3. Азимутальные распределения атмосфериков в п. Паратунка (Камчатка), построенные по данным, полученным с применением ОНЧ-пеленгатора с 18 по 22 мая 2009 г. Азимут прихода сигналов отсчитывался от северного направления по часовой стрелке.

родной сети World Wide Lightning Location Network (WWLLN) [http://webflash.ess.washington.edu/]. Из рис. 2 видно, что азимутальное распределение, построенное по данным сети станций WWLLN, достаточно хорошо совпадает с азимутальным распределением, построенным по пеленгационным данным п. Паратунка [Druzhin et al., 2009]. Формы зависимостей количества грозовых разрядов от времени также во многом совпадают. Но количество разрядов, принятых пеленгатором, примерно на порядок превышает количество разрядов, зарегистрированных станциями WWLLN.

В 2009 г. над полуостровом Камчатка наблюдалось визуально несколько мощных грозовых фронтов, что является действительно необычным явлением для региона. Так, первая гроза в п. Паратунка визуально наблюдалась 20 мая и сопровождалась многочислен-

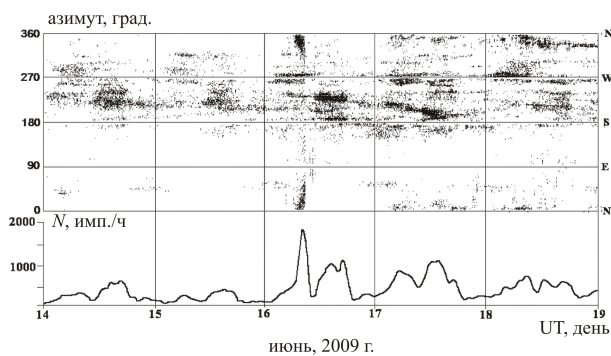


Рис. 4. Азимутальные распределения атмосфериков в п. Паратунка (Камчатка), построенные по данным, полученным с применением ОНЧ-пеленгатора с 14 по 19 июня 2009 г. Азимут прихода сигналов отсчитывался от северного направления по часовой стрелке.

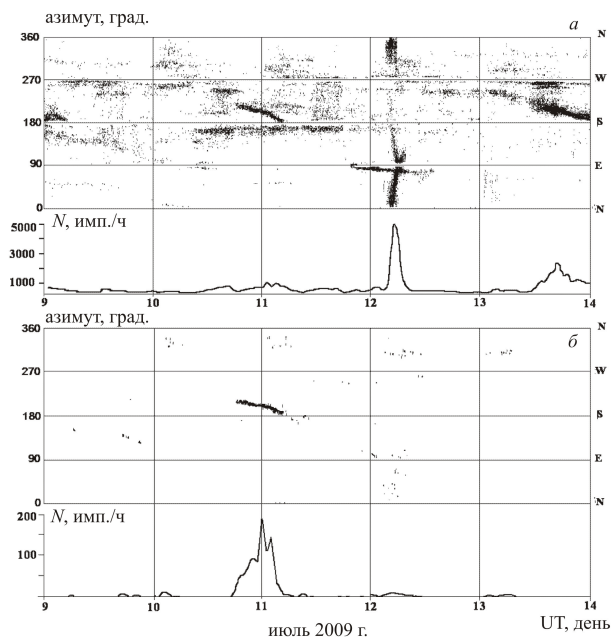


Рис. 5. Азимутальные распределения атмосфериков в п. Паратунка (Камчатка), построенные по данным пеленгационных наблюдений в п. Паратунка (а) и мировой сети станций WWLLN (б). Под азимутальными распределениями приведены зависимости количества атмосфериков  $N$  (имп./ч) от времени суток.

ными молниями и громом. На рис. 3 приведены результаты наблюдений, полученные с применением ОНЧ-пеленгатора. Несколько гроз визуально наблюдались в июне (рис. 4) и в июле (рис. 5)

Пеленгационные наблюдения на Камчатке в период 23-го солнечного цикла показали падение среднечасовых значений количества принятых излучений от грозовых разрядов синхронно с падением числа солнечных пятен.

Различие в характере поведения грозовой активности на Камчатке за период 23-го солнечного цикла по данным Гидрометеослужбы и по пеленгационным наблюдениям можно объяснить различием в методах наблюдений. Данные Гидрометеослужбы включают в себя число дней с грозой в год и получены главным образом на основе визуальных наблюдений, которые проводятся в отдельных пунктах и охватывают малую площадь. В то же время пеленгатор ре-

гистрирует грозовые разряды с больших площадей (с расстояний до нескольких тысяч километров). Поэтому нам представляется, что пеленгационные наблюдения могут дать более объективную информацию о связи грозовой активности с солнечной.

#### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

Герман Д.Р., Голдберг З.А. Солнце, погода, климат. Л.: Гидрометеоздат, 1981. 220 с.

Лихтер Я.И., Колоколов В.П., Клейменова З.П. Солнечная активность и грозовая деятельность // Труды ГУ Гидрометслужбы. Вып. № 242: Атмосферное электричество. 1969. С. 104–112.

Druzhin G.I., Cherneva N.V., Melnikov A.N. Thunderstorm Activity according to VLF Observations at Kamchatka // Geomagnetism and Aeronomy. 2009. V. 49, N 8 (Special Issue 2). P. 1305–1307.

<http://webflash.ess.washington.edu>.

*Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Паратунка*